



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för vilt, fisk och miljö

# Lavspridning på hyggesbrända hyggen

*Artificial spread of lichen on slash burns*

David Persson

Examensarbete • 30 hp

Jägmästarprogrammet

Examensarbete/Master's thesis, 2020:1

Umeå 2020



# Lavspridning på hyggesbrända hyggen

*Artificial spread of lichen on slash burns*

David Persson

**Handledare:** Henrik Hedenås, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning  
**Bitr. handledare:** Therese Löfroth, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö  
**Examinator:** Jörgen Sjögren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i Skogsvetenskap, A2E - Jägmästarprogrammet  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för vilt, fisk och miljö  
**Kurskod:** EX0932  
**Program/utbildning:** Jägmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Umeå  
**Utgivningsår:** 2020  
**Serietitel:** Examensarbete/Master's thesis  
**Delnummer i serien:** 2020:1  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Artificiell, lavspridning, hygge, ren, renskötsel, renbete, hyggesbränning

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för vilt, fisk och miljö



## Sammanfattning

Den boreala skogen har under mycket lång tid präglats utav bränder. Innan människan började kontrollera skogsbränder var det en naturligt återkommande störning. Idag bekämpas och kontrolleras naturliga skogsbränder av människan för att skydda timmer i skogarna. Eftersom naturliga bränder numera är sällsynta utför skogsbruket mindre, kontrollerade bränder, så kallade hyggesbränningar. De användas som föryngringsåtgärd eller naturvårdsåtgärd (naturvårdsbränning) av skogsbruket. Vid bränningarna bränns avverkningsrester och markvegetation bort vilket skapar en gynnsam miljö för skogsplantor och sådd. Det negativa med hyggesbränningar är att även renlavarna (gulvit renlav (*Cladonia arbuscula*), gråvit renlav (*Cladonia rangiferina*), fönsterlav (*Cladonia stellaris*) och islandslav (*Cetaria islandica*)), renens vinterbete, bränns bort. Vilket kan leda till att konflikter uppstår mellan rennäringen och skogsbruket när det sker inom renbetesområdet. Artificiell lavspridning är en metod som troligtvis skulle kunna minska renlavens etableringstid efter hyggesbränning och därmed minska konflikter mellan näringarna. Tidigare studier, utförda i liten skala i enskilda bestånd, har visat att artificiell lavspridning kan minska renlavarnas etableringstid efter bränning.

Den här studien undersökte artificiell lavspridning som metod och dess lämplighet att användas storskaligt av skogsbruket. Studien bestod av två delar. Den första delen är ett blockförsök där täckningsgraden av renlavar skattades i tre olika behandlingar, ”obrönt”, ”brönt” och ”brönt med lavspridning”. Blockförsöket utfördes på det redan påbörjade Sörånäsförsöket i närheten av Junsele, Västernorrland. I den andra delen undersöktes renlavsfrekvensen på två olika behandlingar, ”brönt” och ”brönt med lavspridning”, med hjälp av en transektinventering. Transektinventeringarna utfördes i Sörånäs och ytterligare tre områden i Norrbotten där man spridit renlavar på bränd mark.

Resultatet av studien blev att renlavar, inte helt oväntat, brändes bort under en hyggesbränning. Viktigare var dock att studien visade att artificiell lavspridning potentiellt kan användas på beståndsnivå, på rätt marker. Ett av fyra studieområden visade att artificiell lavspridning påverkade lavetableringen positivt. Det behövs dock mer forskning på vilka bestånd som är lämpliga för artificiell lavspridning men den här studien ger en antydning om att det kan vara typiska, fattiga tallhedar på sandjordar.

*Nyckelord:* Artificiell, lavspridning, hygge, ren, renskötsel, renbete, hyggesbränning

## Abstract

The boreal forest has a history of frequent forest fires. Before humans started to control forest fires, they were a significant part of the natural disturbance regime. Today forest fires are controlled and suppressed to protect timber values in the forests. Since natural “wild” forest fires are rare nowadays, forestry are using smaller controlled fires (slash burns). Small scale burning can be used in regeneration purpose or nature conservation management. Slash burns remove the logging slash and ground vegetation which makes a favorable environment for regeneration of forest plants. During a fire the terrestrial lichens are consumed by the fire. Reindeer lichens (*Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia stellaris*, *Cetaria islandica*) are the main winter forage for reindeers in the reindeer husbandry practice. When slash burns are used in the reindeer herding area, conflicts arise between forestry and reindeer husbandry. Artificial dispersal of reindeer lichens is a method that potentially could reduce the regeneration time and possibly minimize the conflict. Earlier studies have shown that artificial spread of reindeer lichens, in single stands, could reduce the lichen regeneration time on burned soil.

This study evaluated artificial dispersal of reindeer lichens as a method, and investigated if it can be used in practical, large-scale forestry. The first part of the study is a block-based experiment where lichen cover was estimated in three different treatments, “unburned”, “burned” and “burned with artificial dispersal of reindeer lichens”. The block experiment was carried out on the already existing experiment in Sörånäs, west of Junsele, Västernorrland. In the second part lichen frequency was measured in two different treatments, “burned” and “burned with artificial dispersal of reindeer lichens”. Lichen frequency was inventoried using a transect-method. The transect inventory was carried out in Sörånäs and in three areas in Norrbotten where dispersal of lichen was previously done.

The result was, to no surprise, that terrestrial lichen are consumed by a slash burn. However, artificial dispersal of reindeer lichens can potentially be used on a stand level, on sites with the right conditions. One of the four study sites showed that artificial dispersal of lichens affect the reestablishment of reindeer lichens. More research is needed to know in which kind of stands artificial dispersal of lichen might be effective in. However this study hints towards that the highest chance that artificial dispersed reindeer lichens may establish is in low productive pine stands on sandy soils.

**Keywords:** artificial, lichen dispersal, clear cut, reindeer, reindeer husbandry, reindeer pasture, slash burn

## Innehållsförteckning

Inledning .....	4
Material och metod .....	6
Resultat .....	10
Diskussion.....	24
Referenser .....	26

## Inledning

Den boreala skogen har en historia som präglats av bränder. Innan människan började kontrollera skogsbränder var det en naturlig återkommande störning (Esseen m. fl., 1997). Under sent 1800-tal blev timmerindustrin stor i Sverige. Storskaliga och frekventa bränder blev då och är än idag, oacceptabla ur skogsbruks- och säkerhetssynpunkt (Zackrisson, 1977; Östlund & Zackrisson, 2000). Man började därför aktivt bekämpa skogsbränder för att skydda det värdefulla timret i skogen. Detta har förändrat störningsregimen radikalt. Historiskt brann tallhedar med 20–100 års mellanrum. Idag är den förväntade tiden mellan bränder flera hundra år (Roturier m. fl., 2017). Bränderna var dessutom större innan människan kontrollerade dem, ibland brann det upp till 50 000 ha om gången (Esseen m. fl., 1997). Konsekvensen av 100 års brandbekämpning är ett skogslandskap där mycket liten del av skogen befinner sig i ett tidigt stadium i brandsuccessionen. Eldens frånvaro har lett till ett minskat antal brandberoende arter och lägre biologisk mångfald i lavrika tallhedar (Esseen m. fl., 1997). Bekämpningen av skogsbränder i Norden har även skapat ett skogslandskap med mycket ackumulerad biomassa, vilket ökar risken för högintensiva skogsbränder (Klein, 1982).

Bränningar används både som föryngringsåtgärd (hyggesbränning) och som naturvårdsåtgärd (naturvårdsbränning) av skogsbruket (Weslien & Wennström, 1997). Hyggesbränning som föryngringsåtgärd hade sin storhetstid under 1950-talet med ca 20 000 hektar per år, medan endast ca 5 000 hektar skog per år brändes i slutet av 1900-talet (Esseen m. fl., 1997). Vid hyggesbränningar bränner man bort markvegetationen och avverkningsrester under kontrollerade former efter en avverkning. Därefter sår eller planterar man i askan, oftast sådd med tallfrö (Weslien, 1996). Den brända marken ger plantor eller frön en växtmiljö med låg konkurrens från annan vegetation och mycket tillgänglig näring som frigjorts under branden (Kivinen m. fl., 2010). Återetableringen av skog på ett objekt som brunnit påverkas kraftigt av hur intensiv branden varit och hur djupt ner i marken det brunnit (Granström, 1991). Därför är det viktigt att kontrollera brandens intensitet under en hyggesbränning (Esseen m. fl., 1997). Så kallade naturvårdsbränningar, förekommer även i rent naturvårdande syfte för gynnande av brandrelaterade arter och biologisk mångfald (Weslien, 1996). Naturvårdsbränningens resultat ska efterlikna en naturlig skogsbrand men i mer kontrollerad form. Vissa arter har brandområden som habitat eller kräver en brand för att kunna föröka sig, till exempel svedjenäva eller brandpraktbagge (Wikars & Niklasson, 2006).

Dagens lavrika skogar har historiskt varit utsatta för frekventa bränder (Esseen m. fl., 1997). Bränderna har påverkat skogarnas struktur och substrat, vilket många gånger har gynnat den boreala skogens långsiktiga produktionsförmåga av lav (Klein, 1982; Kivinen m. fl., 2012). Tallskogar som varit utsatta för bränder är ofta glesa med ett glest krontäcke, där mycket av ljuset kommer ner till marken, vilket gynnar lavtillväxten (Jonsson Cabrajic m. fl., 2010). Skogar som varit påverkade av brand har även en lägre andel biologiskt material i jorden. Vilket ger torrare jordar med sämre vattenlagringsförmåga. Torra jordar gynnar i sin tur lavar framför mossor och kärlväxter (Kivinen m. fl., 2012; Ahti, 1961). Det tar dock lång tid för laven att återetablera sig efter en brand, 40–100 år för att nå likande nivåer som innan branden (Kivinen m. fl., 2010). Vid en naturlig återetablering av lav består lavsamhället i den tidiga återhämtningssuccessionen ofta av bägarlavar. I ett senare skede kommer det in renlavar och islandslavar och i slutskedet av successionen dominerar fönsterlav (Esseen m. fl., 1997).

## Ren och lav

Renskötsel utförs av ursprungsbefolkningen samer sedan åtminstone 1600-talet i norra Skandinavien (Kivinen m. fl., 2012). Renskötseln regleras idag av rennäringslagen (1971:437). Lagen ger samerna rättigheter att beta sina renar på marker inom renskötselområdet, vilket utgör drygt hälften av Sveriges landareal (Sandström m. fl., 2016). Det nuvarande renskötselssystemet i Sverige bygger på att renarna är uppdelade på ett 50-tal samebyar som alla har sina egna geografiska betesområden



(Jordbruksverket, 2014).

Samebyarna är ofta långsmala skiften från fjällen till kustlandet där sommarbetet är på fjället och vinterbetet i skogslandet. Under vintern vistas renarna i sina vinterbetsgrupper i skogslandet. På grund av bristen på grönt, näringsrikt bete är vintern är den kritiska tiden, flaskhalsen under renskötselåret. Under vintern kan renens kost bestå till 80 % utav lav (Gaare & Danell, 1998). Tillgången på lav är därför mycket viktig för renskötseln.

När man pratar om marklavar som betas av renen använder man ofta begreppet renlavar. Renlavar innefattar lavararter som, gulvit renlav (*Cladonia arbuscula*), gråvit renlav (*Cladonia rangiferina*) och fönsterlav (*Cladonia stellaris*). Även andra lavar som islandslav (*Cetaria islandica*) betas av renen. Laven är rik på stärkelse, cellulosa och hemicellulosa men är svår att bryta ner för de flesta djur. Renens unika förmåga att bryta ner laven, 55-75% av laven, är bättre än någon annan herbivor. Nedbrytningsförmågan ses som ett bevis på att renar haft lav som en närings- och kolhydratkälla under mycket lång tid (Klein, 1982). Lavar kan spridas antingen sexuellt med sporer eller asexuellt genom fragmentering. Fragmentering är något som enkelt kan användas för artificiell spridning. Insamlade renlavar mals sönder, fragmenten sprids och etablerar sig på önskad yta. Fragmentering eller transplantering som hela mattor är de metoder som finns för att artificiellt sprida lavar (Roturier m. fl., 2017; Rapai m. fl., 2017).

### Intressekonflikter

Marker med mycket lavar har minskat rejält i Sverige under det senaste århundradet (Sandström m.fl., 2016). Skog som klassificeras som lavrik minskade från 13 % (1,4 miljoner hektar) till 3,7 % (0,4 miljoner hektar) mellan åren 1953 till 2013 i renskötselområdet (Sandström m. fl., 2016). Renskötseln påverkas även negativt av andra markanvändningsintressen som trafik, vindkraft, gruvor och skogsbruk (Kumpula m. fl., 2014). Det är dock skogsbruket som påverkar förekomsten av lav mest. Detta till följd av olika skogsbruksgårdar som har missgynnat lav. Markberedningar kan genom störning av markskiktet påverka 35-69% av markvegetationen på ett hygge (Roturier m. fl., 2007). En annan skogsbruksåtgärd som påverkar laven är avverkningar. Förutom körskador från skogsmaskiner och avverkningsrester som skuggar eller stör lavens fysiskt så ökar även ljusnedsläppet till marken. För mycket ljusnedsläpp till marken är inte gynnsamt för lavproduktion. Optimalt krontäcke för lavproduktion är 40 % (Jonsson Cabrajic m. fl., 2010). Täta ungskogar blir tvärtom för mörka för en gynnsam lavproduktion.

En bränning eller skogsbrand kan helt eliminera marklavarna, men många av de lavrika tallhedarna som vi har idag har en historia av frekventa bränder (Esseen m. fl., 1997). Att marklaven bränns bort vid hyggesbränning har gjort många samebyar kritiska till hyggesbränning (Björklund, 2000). Detta skapar en intressekonflikt mellan skogsbrukets hyggesbränningar och rennäringens vinterbete. På lång sikt kan dock brända marker få en ökad lavproduktion (Klein, 1982). Problemet är att etableringstiden efter branden är lång. Om etableringstiden efter bränning kan minskas skulle kanske även acceptansen för hyggesbränning öka. Att artificiellt sprida renlavar efter en bränning skulle kunna vara en potentiell lösning på problemet.

Roturier och Bergsten (2009) samt Roturier m.fl. (2007) har gjort studier på artificiell lavspridning. De visade att fönsterlav (*Cladonia stellaris*) kan etablera sig och tillväxa efter artificiell spridning vid intakt fält- och bottenvegetation i en tallskog i norra Sverige (Roturier m. fl., 2007). De fann även att det var kostnadseffektivare att sprida lavarna som fragment än som hela mattor. I ett annat försök fann de att lavarna etablerade sig bättre på moss-substrat än direkt på mineraljord (Roturier och Bergsten, 2009). Roturier m. fl. (2017) har även gjort säsongsbaserade försök, där man spred olika doser, under olika årstider på bränd mark, dock i mycket liten skala. Skogsbruket har endast utfört lavspridning på bränd mark ett fåtal gånger, utan att utvärdera resultatet vetenskapligt.

## Frågeställningar

- Kan artificiellt spridda renlavar etablera sig efter hyggesbränning?
- Ger artificiell lavspridning snabbare etablering jämfört med naturlig etablering?

I diskussionen tas det även upp om artificiell lavspridning kan användas på beståndsnivå och därmed vara en användbar metod för att återställa renbete efter hyggesbränningar.

Hypotesen är att lavar etablerar sig snabbare vid artificiell lavspridning jämfört med naturlig etablering och därmed kan användas storskaligt efter brand för att återställa renbete. För att undersöka etablering av renlavar på större ytor än vad som gjorts i tidigare studier (Roturier och Bergsten, 2009; Roturier m. fl. 2017) användes även en transektinventering istället för enbart täckningsbedömning i smårutor (blockförsöket). Transektstudien gav möjligheten att undersöka fler och större områden vilket förklaras vidare i material- och metoddelen.

## Material och metod

Studien bestod av två olika försök med två olika metoder:

1. Blockförsöket i Sörånäs: Uppföljning av SCA:s blockförsök i Sörånäs, Junsele, där renlavar artificiellt spreds i samband med bränning. Försöket bestod av totalt åtta block. Fyra utlagda i den brända delen av hygget och fyra block i en obränd del av hygget. I två av blocken i den brända delen av hygget spreds lavar medan övriga block fungerade som kontroller.
2. Transektstudien: I delar av de brända hyggerna har renlavar spridits ut artificiellt och på delar av hyggerna har lavar inte spridits ut. För uppföljning av lavetablering etablerades transekter. Transektstudien utfördes på tre olika hyggen i Norrbotten, samt på samma hygge där blockförsöket fanns i Sörånäs. På varje hygge etablerades tio transekter på bränt område där lavar spridits och tio på bränt område där lavar inte spridits. På Sörånäs fanns även möjligheten att etablera transekter på en obränd kontrollyta.

På grund av att blockförsöket endast bestod av få block utlagda i ett studieområde, Sörånäs, kan försöket ses som en fallstudie. För att mer generella slutsatser skulle kunna dras, om artificiellt sprida renlavar kan etablera sig och växa till på beståndsnivå efter hyggesbränningar, behövde det kompletteras med ytterligare en studie, den så kallade transektstudien. Transektstudien gjorde det möjligt att studera och jämföra resultaten av lavspridning på bränd mark vid olika studieområden. Till skillnad från blockförsöket så är transektstudien gjord på beståndsnivå vilket gör det möjligt att diskutera om artificiell lavspridning skulle kunna vara en möjlig åtgärd för att återställa renbete efter hyggesbränningar.

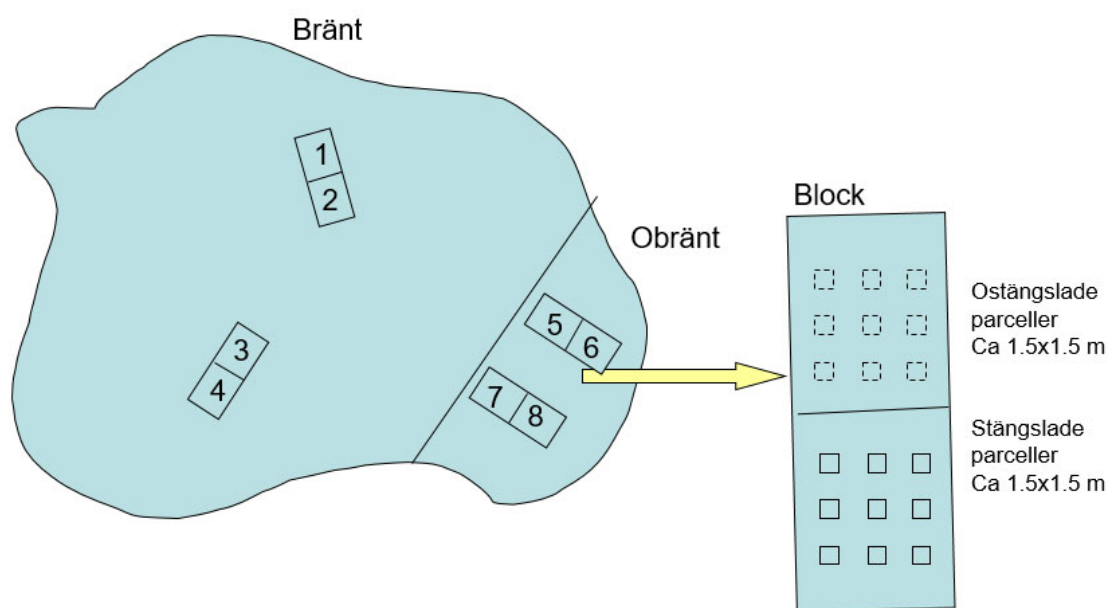
### Del 1: Blockförsöket

#### Studieområdet

Sörånäs är ett område vid Vängelälven på gränsen mellan Jämtland och Västernorrland. Området domineras av tallskog och ligger inom vinterbetesområdet för rennäringen (Ohredake sameby, uppsamlingsområde). Jordarten är isälvsediment enligt SGU:s jordartskarta (SGU, 2014). Hygget där försöket ligger på är 53 hektar stort. Skogen som avverkades var talldominerad skog av lingontyp. Området avverkades 2009 och brändes 2011. Blockförsöket lades ut strax innan bränning. En inventering utfördes före bränningen 2011, och foton togs både före och efter bränning. Renlavar spreds på hygget två år efter bränningen. Renlaven spreds i malda fragment med lövblås från ett terrängfordon. Renlaven spreds i stråk och i två av försöksblocken. Det finns data i GIS-format på

exakt hur laven har spridits över området.

Den 22 augusti 2018 påbörjades inventeringen av blockförsöket i Sörånäs. Inventeringen utfördes på ett sådant sätt att resultaten skulle kunna jämföras med inventeringen som gjordes när försöket anlades (2011). På försöket fanns åtta block, fyra block på delen av hygget som var bränd och fyra block på delen av hygget som var obränd (Figur 1). Två block på varje behandling var stängslade. Stängslen var uppsatta för att man skulle kunna undersöka betade ytor jämfört med obetade ytor, detta var inget som utfördes i denna studie. Artificiell lavspridning var utförd i de stängslade blocken på bränt område (Block 1 och 3).



Figur 1. Upplägget av blockförsök i Sörånäs. Block 1: bränd mark, stängslat med lavspridning. Block 2: bränd mark, ostängslat med naturlig etablering. Block 3: bränd mark, stängslat med lavspridning. Block 4: bränd mark, ostängslat med naturlig etablering. Block 5: obränd mark, stängslat med naturlig etablering. Block 6: obränd mark, ostängslat med naturlig etablering. Block 7: obränd mark, stängslat med naturlig etablering. Block 8: obränd mark, ostängslat med naturlig etablering (Willén, 2012).

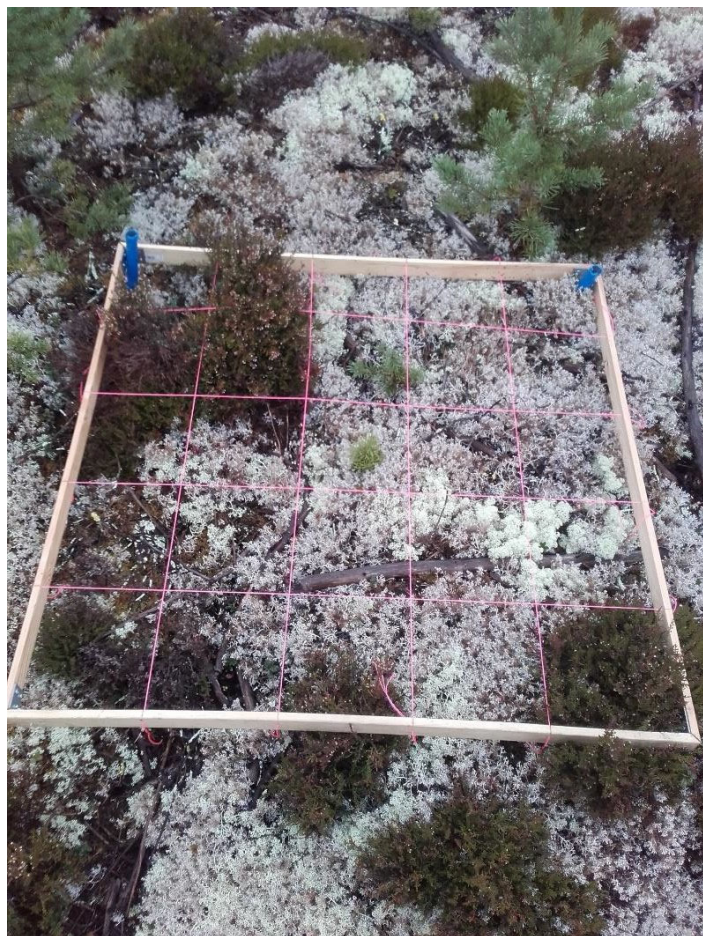
Figure 1. Layout of the experiment, with a block design, in Sörånäs. Block 1: burned ground, fenced with dispersal of lichens. Block 2: burned ground, unfenced with natural reestablishment. Block 3: burned ground, fenced with dispersal of lichens. Block 4: burned ground, unfenced with natural reestablishment. Block 5: unburned ground, fenced with natural reestablishment. Block 6: unburned, unfenced with natural reestablishment. Block 7: unburned, fenced with natural reestablishment. Block 8: unburned ground, unfenced with natural reestablishment.

Varje block innehöll nio parceller på 1,5x1,5 meter. Parcellerna i varje block identifierades med bokstäver från A till I. I varje parcell skattades den absoluta täckningsgraden av vegetationen i fältskikt och bottenskikt. Marktäckningen delades upp i tre kategorier; marklavar, mossor och övrigt, där marklavar, mossor och övrigt tillsammans alltid utgjorde 100 % täckning. I kategorin marklavar ingick alla marklavar som räknas som föda för renen; grå renlav (*Cladina rangiferina*), gulvit renlav (*Cladina arbuscula*), fönsterlav (*Cladina stellaris*) och islandslav (*Cetraria* spp.). Kategorin mossor innehöll alla mossor som hittades. Kategorin övrigt innehöll allt som inte var renlavar eller mossor, exempelvis blottad mineraljord eller ris.

För att underlätta bedömningen av täckningsgraden i en parcell användes en rutram på 1x1 meter.

Rutramen i sin tur var indelad i 25 ytor, där varje yta representerade 4 % av parcellen. Rutramen placerades sedan på parcellen med metallrören i rutramens två nordliga hörn. Varje parcell fotograferades med rutramen på provytan (Figur 2).

Bedömning som metod är inte lika objektiv som punktfrekvens (metoden som senare används i transektinventeringen; Löfgren & Walheim, 2000). Bedömningen av hur mycket en viss art täcker av en provyta kan variera mellan olika observatörer. Utseende varierar beroende på väder, lokal och tid på säsongen. Metoden ses ändå som relativt säker och används i de stora miljöövervakningsprogrammen, så som t. ex. ståndortskarteringen (Löfgren & Walheim, 2000) och NILS (Ståhl m. fl., 2011).



*Figur 2. Parcell med rutram, obränt område med mycket renlavar (Persson, 2018).*

Figure 2. Parcel with frame, unburned area with lots of reindeer lichens (Persson, 2018).

## **Del 2: Transektinventeringen**

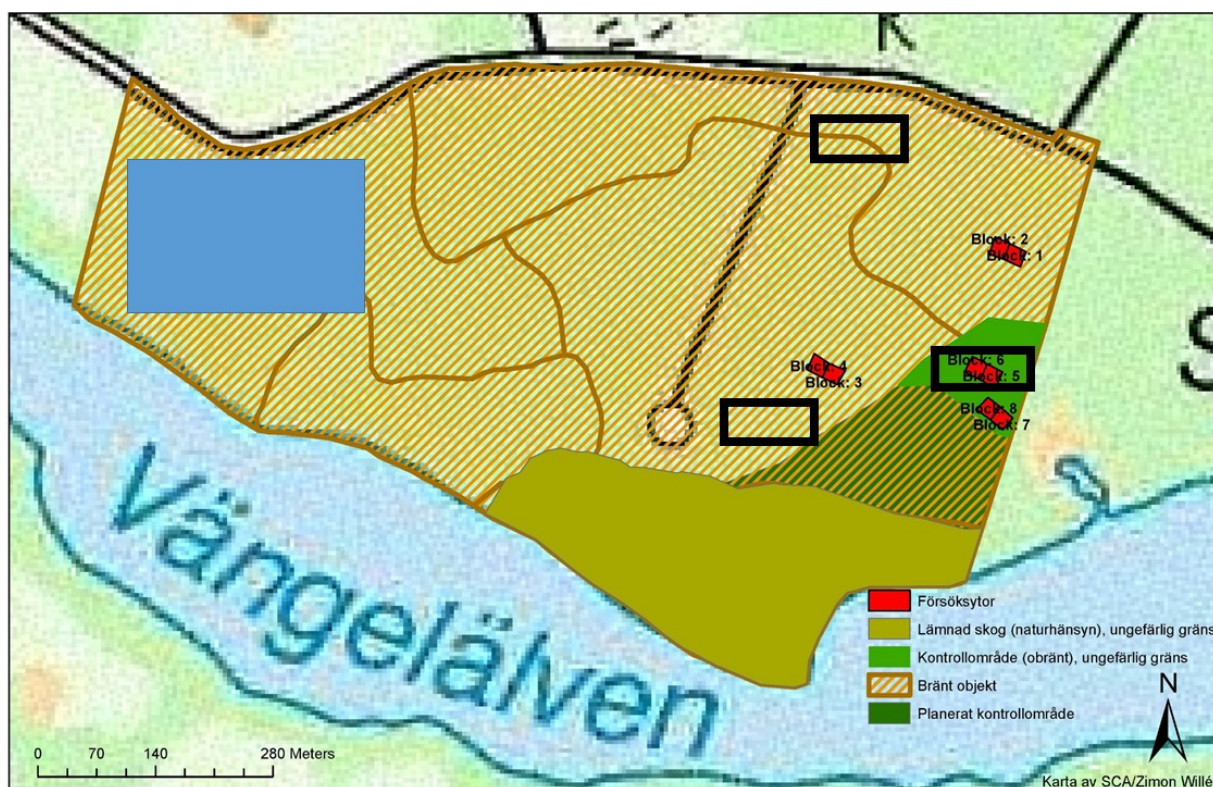
Den 23 augusti 2018 påbörjades transektinventeringen med punktfrekvenser i Sörånäs.

Transektinventeringen gick till så att tio transekter vardera lades ut på tre olika behandlingar i Sörånäs. Med "behandling" menas här vilka ingrepp som maken utsatts för. Tio på behandlingen "bränd mark utan lavspridning", tio på "bränd mark med lavspridning" och tio på "obränd mark". De olika behandlingarna låg på olika delar av hygget. På den norra delen av hygget fanns behandlingen "bränd mark med lavspridning", på den södra delen av hygget fanns behandlingen "bränd mark utan lavspridning", och i den östra delen av hygget fanns kontrollytan "obränd mark" (Figur 3).

Behandlingarna ligger där de ligger eftersom när hygget brändes 2011 blev det bara ett mycket litet område som inte brändes (kontrollytan) och när man sedan spred lav gjordes detta på den norra delen av hygget och i två av blocken. På det obrända området korsade vissa av transekterna blockförsöken



då det obrända området var mindre till ytan. Transekterna var 50m långa, de lades konsekvent ut mot norr med tio meters mellanrum mellan transekterna.



Figur 3. Översiktskarta Sörånäs-området. Transektområdena markerade med svart rutor. Den svarta rutan i norr markerar området där artificiell lavspridning på bränd mark utförts. Området i söder markerar området där marken endast bränts, utan lavspridning och området i öst är obränd mark utan lavspridning (Willén, 2012; Persson, 2019).

Figure 3. Layout map of Sörånäs. The black squares shows the three areas (“burned”, “burned with dispersal” and “unburned”) where transects were located. The area to the north is where dispersal of lichens were conducted, on burned ground. The area to the south is where the ground was burned with no dispersal of lichens and to the east we have the unburned area with no dispersal of lichens (Willén, 2012; Persson, 2019).

Varje transekt inventerades med punktfrekvensinventering. Varje meter sattes ett mätverktyg ner på marken 90 grader mot måttbandet. Mätverktyget var en punktram av tripod-design (ett stativ med tre ben). Punktramen var 50cm lång och hade plats för tio nålar. Under inventering användes fem nålar, vartannat hål i punktramen användes. Nålarna gick igenom mätverktyget och träffade marken. Där nålarna träffade marken blev det en mätpunkt. Om nålen träffade en art noterades detta. Om arten var en lav noterades även höjden och arten på denna. På varje transekt blev det alltså 5 (nålar) \* 50 (m) = 250 punkter, och på varje behandling per område blev det 250 (punkter per transekt) \* 10 (transekter) = 2500 punkter. Totalt inventerades tre områden med två behandlingar (områdena i Norrbotten) och ett område med tre behandlingar (Sörånäs med den obrända kontrollen), det blev alltså totalt  $2\,500 * 9 = 22\,500$  punkter för hela transektstudien.

Punktramen som användes var stabil och tripodbenen var ställbara så att nålarna kunde föras ner i marken vertikalt även där provpunkterna lutade. Detta ger punktfrekvensinventeringar ett bra, objektiva resultat med så få systematiska fel som möjligt. Punktfrekvensinventering med nålstick har traditionellt använts mycket inom forskningen och ses som en objektiv och stabil metod (Löfgren & Walheim, 2000). Eftersom inventeringsmetoden är relativt objektiv finns det även möjlighet att göra om inventeringen i framtiden med en annan observatör.

Efter området Sörånäs transektinventerades även tre områden i Norrbotten (Kenttähärju N:7546153-E:839625, Salmivaara N:7545826-E:839562 och Nilivuoma N:7416488-E:790562; WGS 84) mellan

den 28 augusti och den andra september 2018. Områden där en kombination av bränning och lavspridning utförts av skogsbruket är mycket få. Därför användes inga speciella kriterier när områdena valdes ut. Jordarten på alla områden i Norrbotten var morän (SGU 2014). Kenttäharju och Salmivaara låg i ett område med en blandning av myrmark och produktionsskog. Kenttäharju brändes 2011 och lavspridning utfördes 2013. Salmivaara brändes 2012 och lavspridning utfördes 2016. Nilivuoma försöksområde brändes 2006 och lavspridning utfördes 2014.

Transekterna lades ut och inventerades på samma sätt i dessa områden som i Sörånäs. Med undantag av att på dessa områden fanns inga obrända kontrolltytor utan bara bränd mark med och utan lavspridning.

## Analys

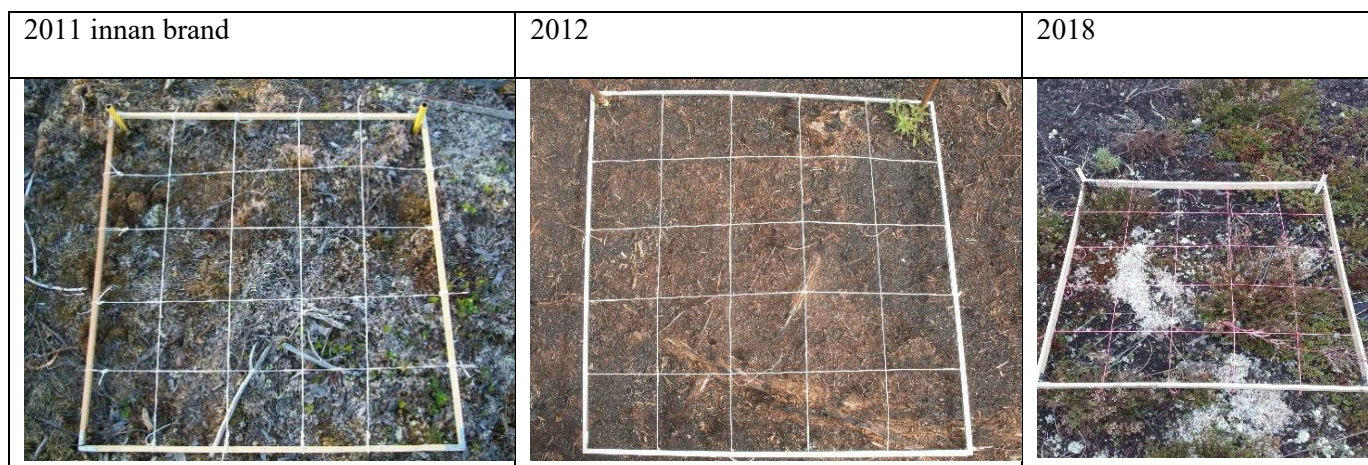
För statistiska analyser användes R (version- 3.5.0). Modellerna som användes var linjära modeller och generaliserade linjära modeller. Linjära modeller låg till grund för ANOVA-analyser. ANOVA och Tukey-tester ligger till grund för alla analyser där renlavtäckning, bålhöjd eller renlavfrekvens jämförs mellan behandlingar. ANOVA-analyser visar om den oberoende variabeln ”behandling” har effekt på svarsvariabeln (marktäckning, renlavsfrekvens eller lavhöjd). Tukey-tester visar hur den oberoende variabeln skiljer sig åt, det vill säga om det finns signifikanta skillnader mellan olika behandlingar (Abdi & Williams, 2010).

För att kunna jämföra vegetationen och fuktigheten på områdena skapades en riskvot. Riskvoten =  $(\text{blåbärfrekvens} + \text{odonfrekvens}) / (\text{lingonfrekvens} + \text{kråkbärsfrekvens} + \text{mjölonfrekvens} + \text{ljungfrekvens})$  är en kvot av frekvensen av risväxter som ofta förknippas med våtare marker jämfört med frekvensen av risväxter som ofta förknippas med fuktigare habitat. Kvoten visar förhållandet mellan dessa två växtgrupper. En högre kvot tyder på ett fuktigare område.

## Resultat

### Del 1: Blockförsöket i Sörånäs

Blockförsöket visade ingen signifikant skillnad i renlavstäckningen mellan brända block och brända block med lavspridning (Tabell 1).



Figur 4. Block 1 (stängslat och bränt med lavspridning), parcell I. Parcellen representerade behandlingen ”bränt med lavspridning” bra eftersom många av parcellerna hade etablerad renlav (SCA, 2011-2012; Persson, 2018).

Figure 4. Block 1 (fenced and burned with dispersal of reindeer lichens), parcel I. This parcel represented the treatment “burned with dispersal of lichens” well because a lot of those parcels contained established reindeer lichen (SCA, 2011-2012; Persson, 2018).





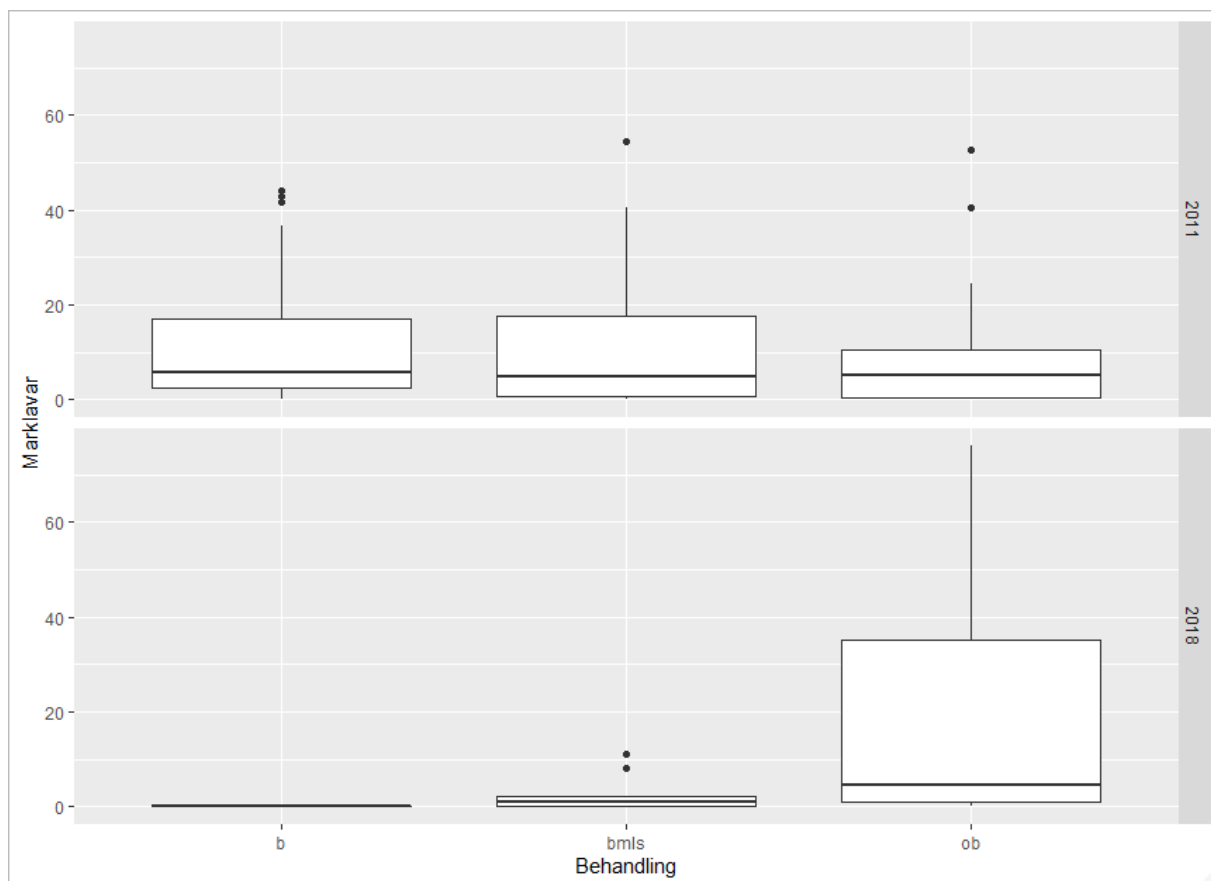
Figur 5. Block 2 (öppet, bränt och utan lavspridning), parcell B. Parcellen representerade de brända blocken utan lavspridning bra då inget av dem innehöll lav (SCA, 2011-2012; Persson, 2018).

Figure 5. Block 2 (open, burned without dispersal of reindeer lichens), parcel B. This parcel represented the burned blocks without dispersal of reindeer lichen good because none of them contained any lichens (SCA, 2011-2012; Persson, 2018).

Den genomsnittliga täckningsgraden av marklavar i block 1 och 3 (brända block med lavspridning) var 2,2 % under inventeringen 2018 (Figur 4, 6 och 7), medan samma block, under utlägget av försöket innan branden 2011, hade en genomsnittlig lavtäckningsgrad på 12,1 %. Bilder som togs efter branden 2012 visar att alla lavar i dessa block brändes bort under branden (Figur 5).

Block 2 och 4 var blocken där det inte hade spridits några lavar. Den genomsnittliga täckningsgraden av marklavar var 0 % 2018 (Figur 5, 6 och 7) respektive 13,7 % vid 2011 års inventering. Bilder som togs efter branden 2012 visar att alla lavar i dessa block brändes bort under branden (Figur 5).

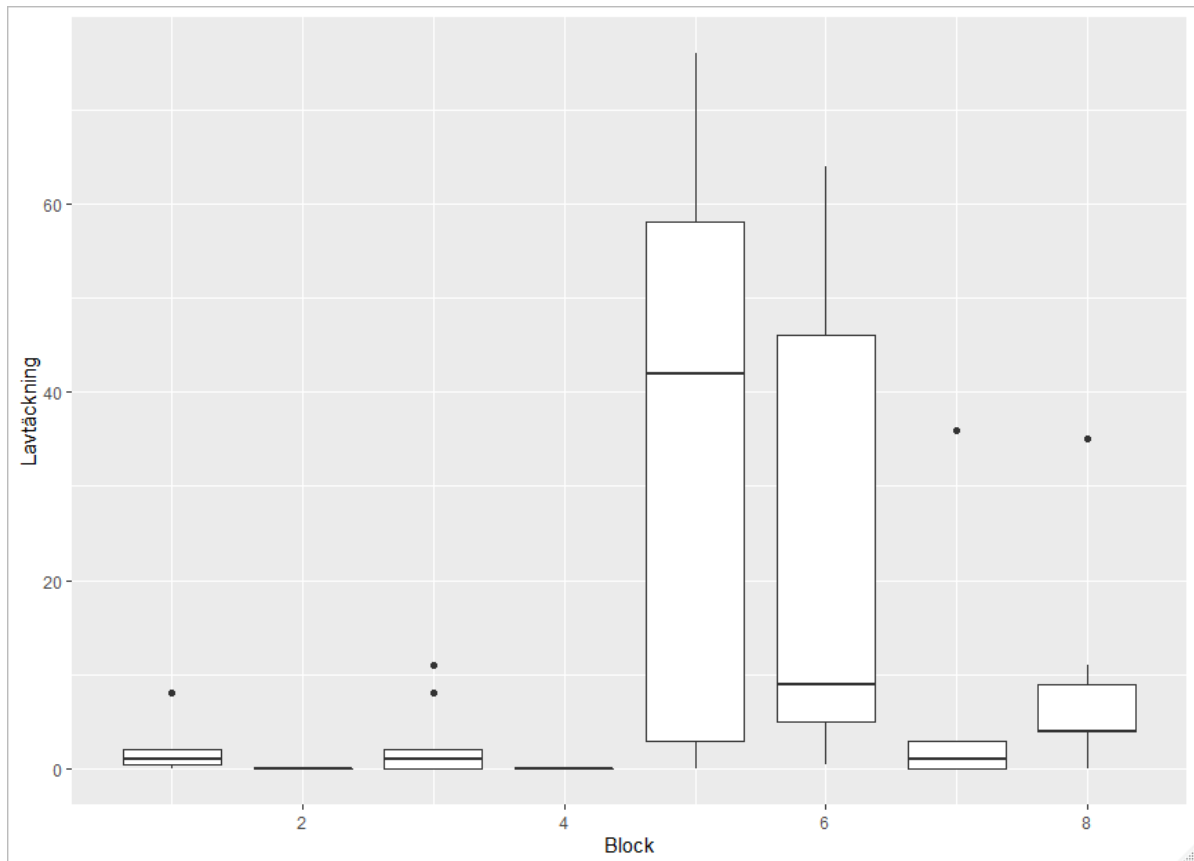
De obrända kontrollytorna (block 5-8) hade 2018 en genomsnittlig marklavstäckning på 19,2 % (Figur 6), medan de 2011 hade dessa block en genomsnittlig marklavstäckning på 7,6 %.



Figur 6. Täckningsgraden av marklavar i %, 2011 jämfört med 2018. Block 1 och 3; "bmls" = bränt med lavspridning. Block 2 och 4; "b" = bränt. Block 5-8; "ob" = obränt. År 2011 är alla områden obrända.  
 Figure 6. Coverage of reindeer lichens in %, 2011 compared to 2018. Block 1 and 3; "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens. Block 2 and 4; "b" = burned. Block 5-8; "ob" = unburned. Year 2011 are all areas unburned.

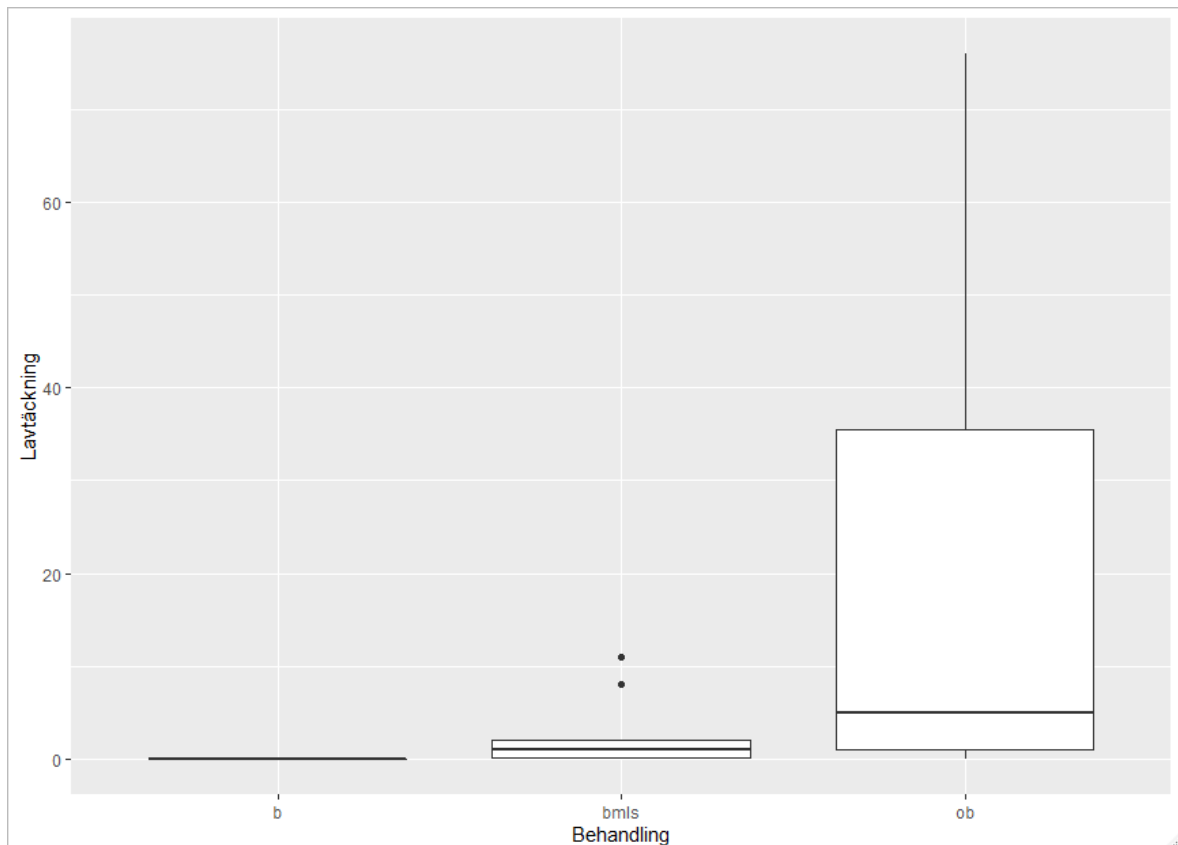
Ett mönster iakttoogs där block med samma behandling möjligtvis skulle kunna ha en liknanden nivå av marklavstäckning (figur 7-8; tabell 1).





Figur 7. Täckningsgraden av marklavar i % fördelat på blocken, 2018. Block 1 och 3; "bmls" = bränt med lavspridning. Block 2 och 4; "b" = bränt. Block 5-8, "ob" = obränt.

Figure 7. Coverage of reindeer lichens in % shown by each block, 2018. Block 1 and 3; "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens. Block 2 and 4; "b" = burned. Block 5-8; "ob" = unburned.



Figur 8. Boxplot som visar marklavtäckning (%) för de olika behandlingarna år 2018. "b" = bränt, "bmls" =

*bränt med lavspridning, "ob" = bränt.*

Figure 8. Boxplot showing coverage of reindeer lichens for each treatment year 2018. Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.

En ANOVA-analys utfördes på marklavtäckningsdata från figur 8. Syftet med analysen var att analysera om det fanns några signifikanta skillnader i marklavstäckningen mellan olika behandlingar. Analysen visade på en signifikant skillnad mellan behandlingarna (Tabell 1). Ett Tukey-test visade på signifikanta skillnader mellan det obrända området och övriga behandlingar ( $P < 0,05$ ) men ingen signifikant skillnad mellan bränt med lavspridning och bränt ( $P > 0,05$ ). För att få tillräckligt med frihetsgrader användes här data från varje parcell istället för medelvärdena från varje enskilt block.

*Tabell 1. ANOVA analys på marklavtäckningsdata Sörånäs, alla behandlingar och alla parceller räknade. Data syns visuellt i figur 8.*

Table 1. ANOVA analysis on ground coverage data for reindeer lichens, Sörånäs, all treatments and all parcels included. The data is visualized in figure 8.

ANOVA	DF	SS	MS	F	P
Behandling	2	44,4	44,4	8,3	<0,05
Error	24	180,6	5,3		

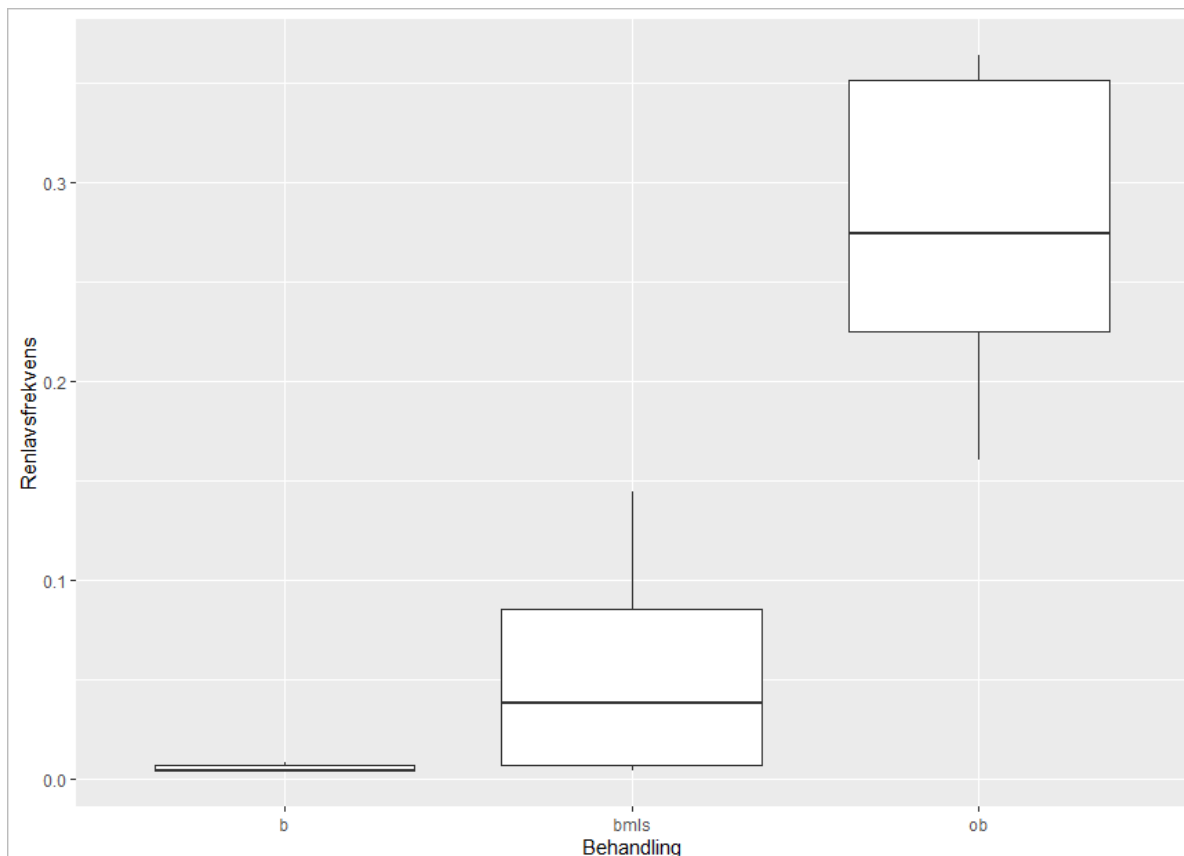
## Del 2: Transektstudien

### Renlavsfrekvens

Transektinventeringen gav data på frekvensen av renlavar, och bålhöjden (Figur 9-14).

Transektinventeringen gav även data på frekvensen av olika arter i fält- och bottenskiktet (Figur 15-18).

Ett mönster iaktogs där transekter utlagda på delar av de brända hyggena där lav spridits, "bmls", möjligtvis skulle kunna ha högre renlavsfrekvens än transekter utlagda på delar hyggena där lav ej spridits, "b" (figur 9).



Figur 9. Boxplot som visar renlavsfrekvensen uppdelat på behandling (alla studieområden inkluderade).

Förkortningar för behandlingar: "b" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning, "ob" = bränt.

Figure 9. Boxplot that shows frequency of reindeer lichens by each treatment (all study areas included). Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.

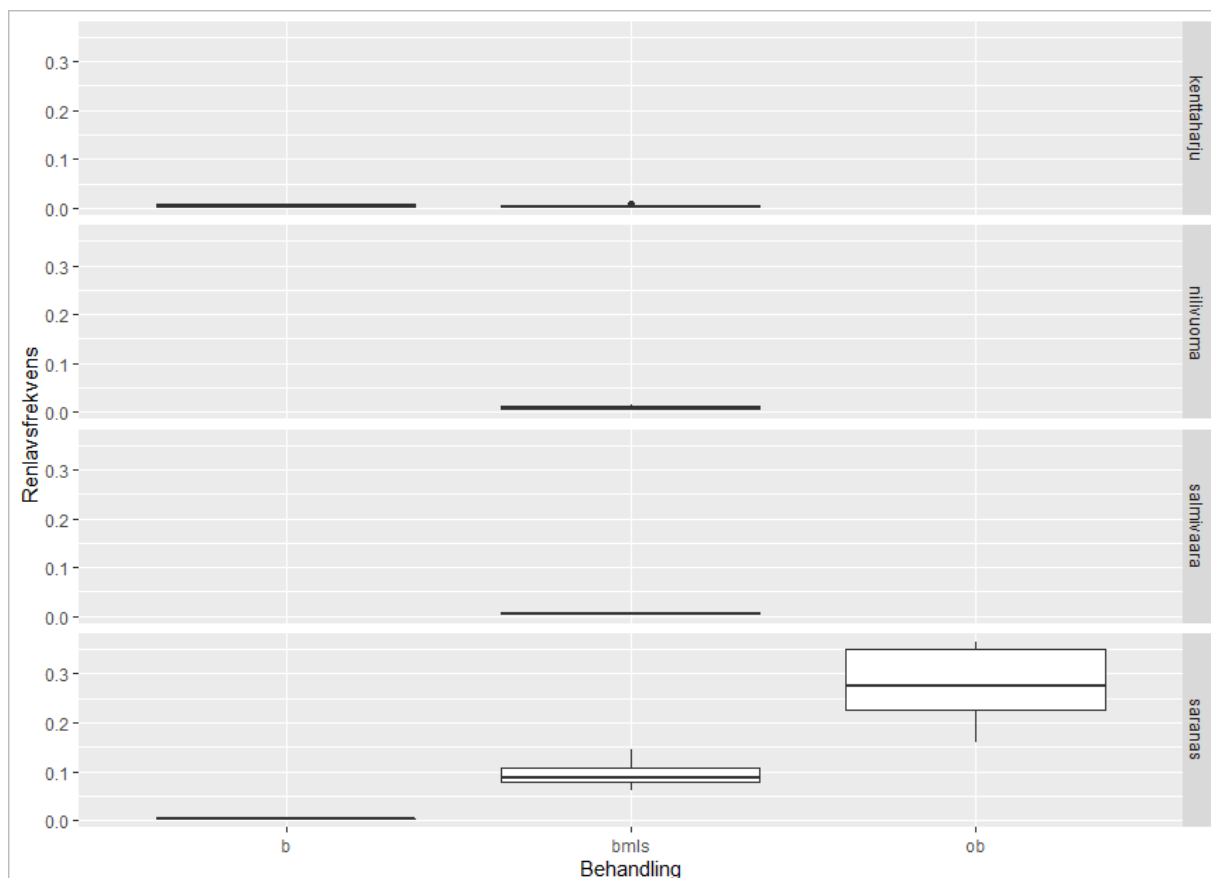
En ANOVA-analys utfördes för att ta reda på om renlavsfrekvensen skiljde sig signifikant mellan behandlingarna. Analysen visade på en signifikant skillnad i renlavsfrekvens mellan behandlingarna (Tabell 2; Figur 9). Ett Tukey-test visade signifikanta skillnader mellan den "obrända" behandlingen och övriga behandlingar ( $P < 0,05$ ) men ingen signifikant skillnad mellan "bränt med lavspridning" och "bränt" ( $P > 0,05$ ).

Tabell 2. ANOVA på renlavsfrekvens alla studieområden.

Table 2. ANOVA frequency of reindeer lichens in all study areas.

ANOVA	DF	SS	MS	F	P
Behandling	2	0,064	0,032	30,2	<0,05
Error	6	0,006	0,001		

I Kenttähärju såg renlavsfrekvensen liknande ut i behandlingen "bränt" som i "bränt med lavspridning". Nilivuoma och Salmivaara hade däremot inga renlavar alls i behandlingen "bränt". Kenttähärju var det enda området i Norrbottens som hade renlavar i behandlingen "bränt" (Figur 10).



Figur 10. Boxplot över renlavsfrekvens uppdelat på studieområde och behandling. "B" = bränt, "bmls" = bränt med lavspredning, "ob" = bränt.

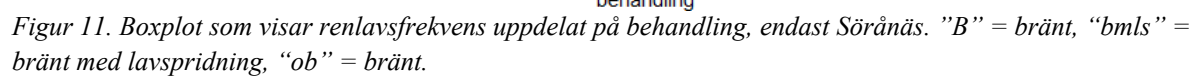
Figure 10. Boxplot over frequency of reindeer lichens for each study area and treatment. Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.

Renlavsfrekvensen på Sörånäsområdet såg ut att vara högre än i de övriga områdena och det såg ut att vara större skillnad mellan behandlingarna (Figur 10). Därför utfördes en ANOVA-analys på data enbart från Sörånäs. Resultatet av ANOVA-analysen visade på en signifikant skillnad i renlavsfrekvensen mellan behandlingarna (Figur 11; Tabell 3). Ett Tukey-test visade signifikanta skillnader mellan alla behandlingarna ( $P < 0,05$ ).

Tabell 3. Resultat från ANOVA, renlavsfrekvens, endast Sörånäs.

Table 3. ANOVA results, frequency of reindeer lichens, only Sörånäs.

ANOVA	DF	SS	MS	F	P
Behandling	2	0,40	0,20	103,76	<0,05
Error	27	0,05	0,002		



## Bålhöjd



Figur 12. Boxplot som visar bålhöjd (mm), alla områden. Bålhöjd i mm fördelat på behandling. "B" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning, "ob" = bränt.

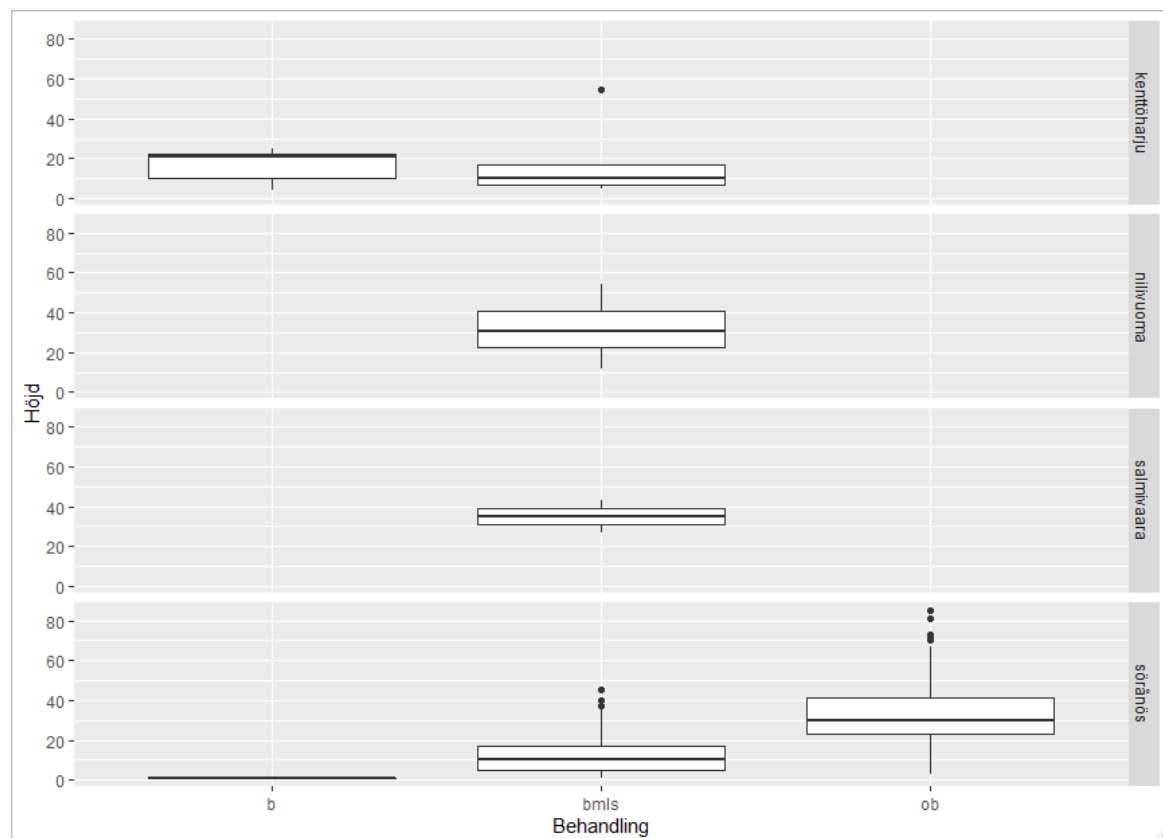
Figure 12. Boxplot showing reindeer lichen height (mm), all areas. Lichens in mm for each treatments. Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.

En ANOVA analys över medelhöjden av renlavarnas bålhöjd per behandling utfördes för att ta reda på om det fanns någon signifikant skillnad mellan behandlingarna. Resultatet visade att bålhöjden skiljde sig signifikant åt mellan behandlingarna (Figur 12; Tabell 4). Ett Tukey test visade på att det fanns signifikanta skillnader mellan "obränt" och övriga behandlingar ( $P < 0,05$ ) men ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna "bränt" och "bränt med lavspridning" ( $P > 0,05$ ).

Tabell 4. ANOVA analys på bålhöjdsdata från transektstudien.

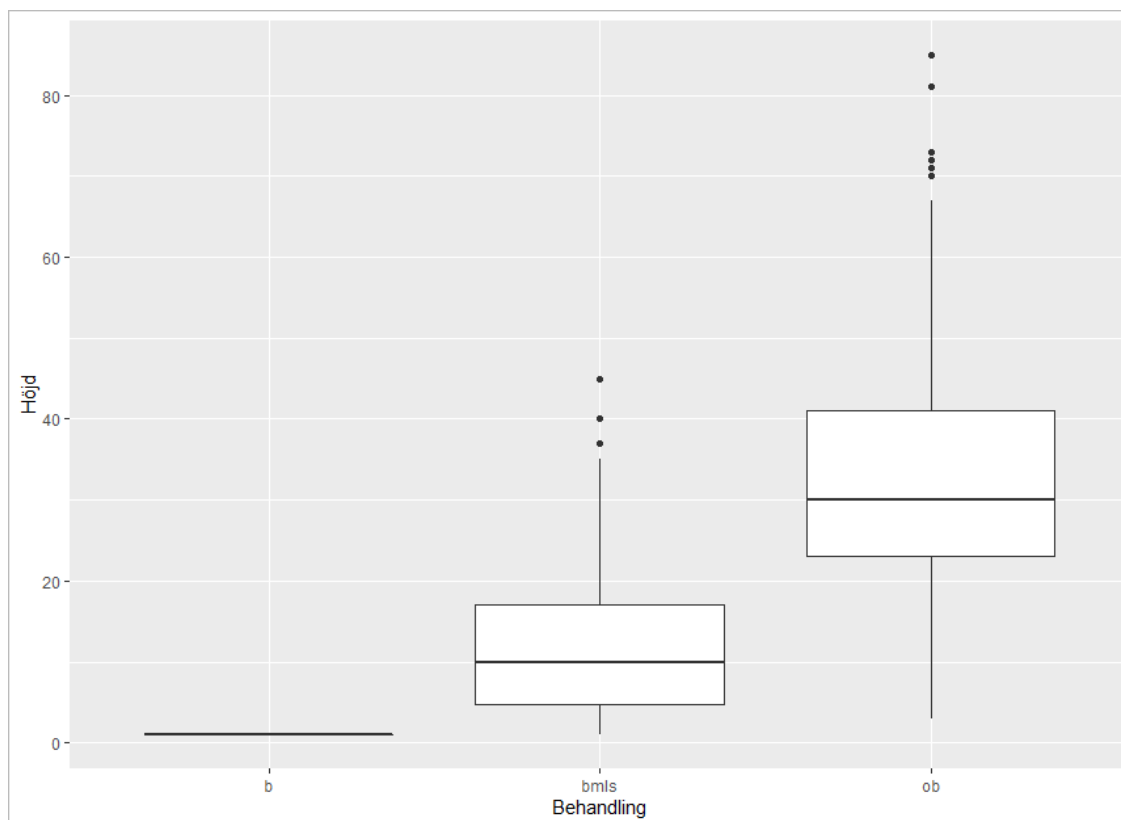
Table 4. ANOVA analysis on reindeer lichen height data from the transect study.

ANOVA	DF	SS	MS	F	P
Behandling	2	753,4	376,7	29.5	<0,05
Error	6	76,5	12,8		



Figur 13. Bålhöjd i mm på y-axeln. Behandling på x-axeln. "B" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning, "ob" = obränt.

Figure 13. Reindeer lichen height in mm on the y-axis. Treatment on the x-axis. Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.



Figur 14. Boxplot över bålhöjd (mm) i Sörånäs. "B" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning, "ob" = obränt.

Figure 14. Boxplot over reindeer lichen height (mm) in Sörånäs. Short for different treatments: "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "b" = burned, "ob" = unburned.

Sörånäs hade mer renlavar till antalet och såg ut att ha större skillnad på medelhöjden mellan behandlingarna än övriga områden (Figur 13-14). Resultatet av en ANOVA-analys på data från figur 14 (enbart Sörånäs) visade att behandling hade effekt på bålhöjd (Tabell 5). Ett Tukey-test visade på signifikanta skillnader mellan alla behandlingarna ( $P < 0,05$ ) förutom mellan "bränt" och "bränt med lavspridning" ( $P > 0,05$ ).

Tabell 5. ANOVA analys på bålhöjd från Sörånäs.

Table 5. ANOVA analysis on reindeer lichen height from Sörånäs.

ANOVA	DF	SS	MS	F	P
Behandling	2	5296,8	2648,4	1113,5	<0,05
Error	27	64,2	2,4		

## Riskvot

Riskvoten var lägst för Sörånäs, ganska lika för Kenttäharju och Salmivaara och högst för Nilivuoma (Tabell 6).

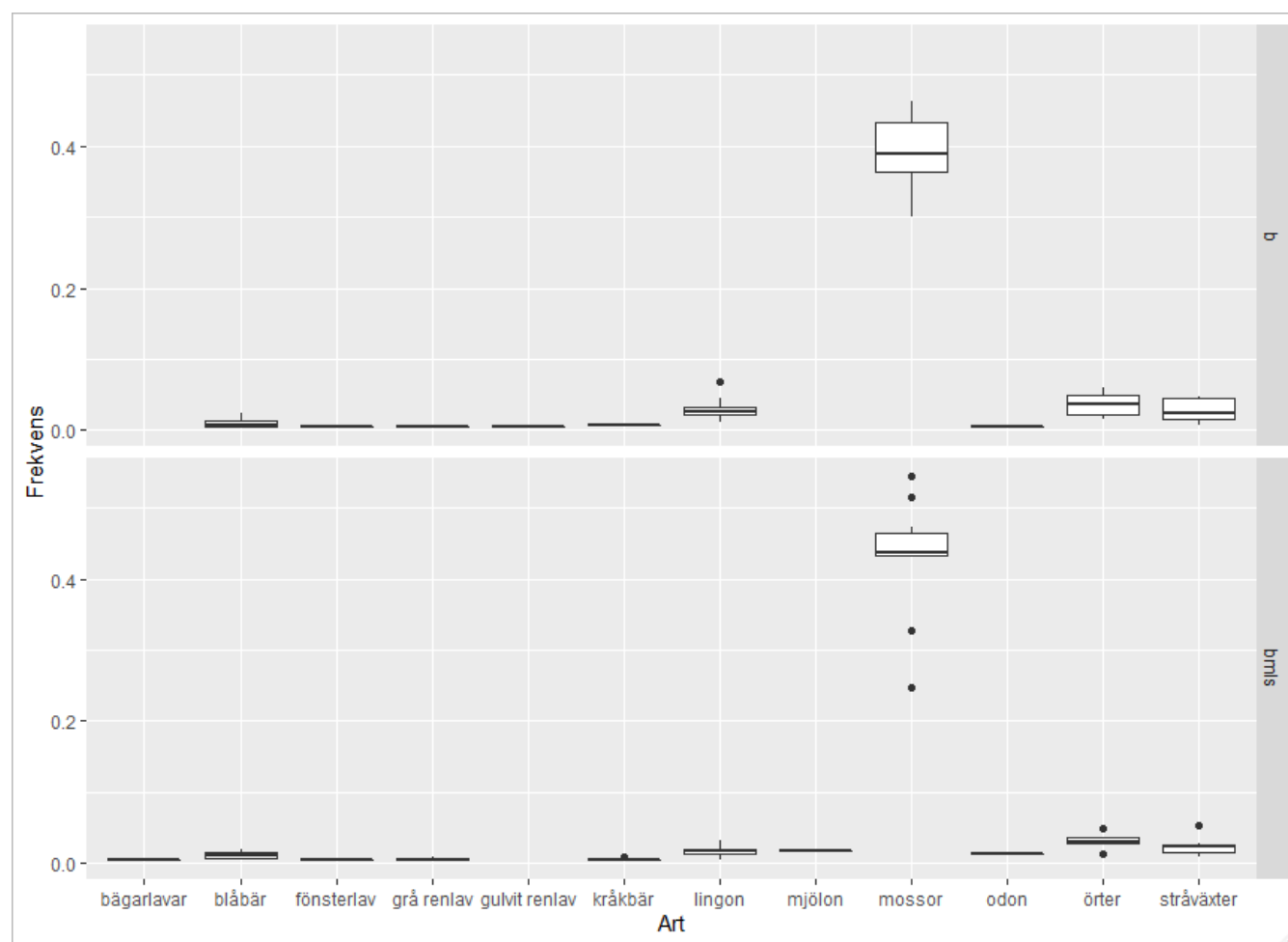
Tabell 6. Riskvot på respektive område. Riskvoten ( $\text{blåbärfrekvens} + \text{odonfrekvens}$ ) / ( $\text{linognfrekvens} + \text{kråkbärsfrekvens} + \text{mjölonfrekvens} + \text{ljungfrekvens}$ ) är en kvot av frekvensen av risväxter som ofta förknippas med våtare marker jämfört med frekvensen av risväxter som ofta förknippas med fuktigare habitat. En högre kvot tyder därför på ett fuktigare område.

Table 16. Dwarf-shrub quota on each area. The dwarf shrub quota ( $\text{blueberry frequency} + \text{bog bilberry frequency}$ ) / ( $\text{linognberry frequency} + \text{cowberry frequency} + \text{bearberry frequency} + \text{calluna frequency}$ ) is a quota from moist area dwarf shrubs compared to dry area dwarf shrubs. A higher quota means a more moist area.

Område	Riskvot	SE
Kenttähärju	0.29	1.12
Nilivuoma	1.59	1.35
Salmivaara	0.21	0.39
Sörånäs	<0.002	<0.002

### Artfrekvens

Artfrekvensen gav möjlighet att jämföra artsammansättningen mellan de olika studieområdena. Andelen ris såg ut att vara något högre i Kenttähärju (29 %) jämfört med Salmivaara (21 %; Figur 15 och 17). Kenttähärju hade en högre procent av mossor (40 %) jämfört med Salmivaara (18 %; Figur 15-18).



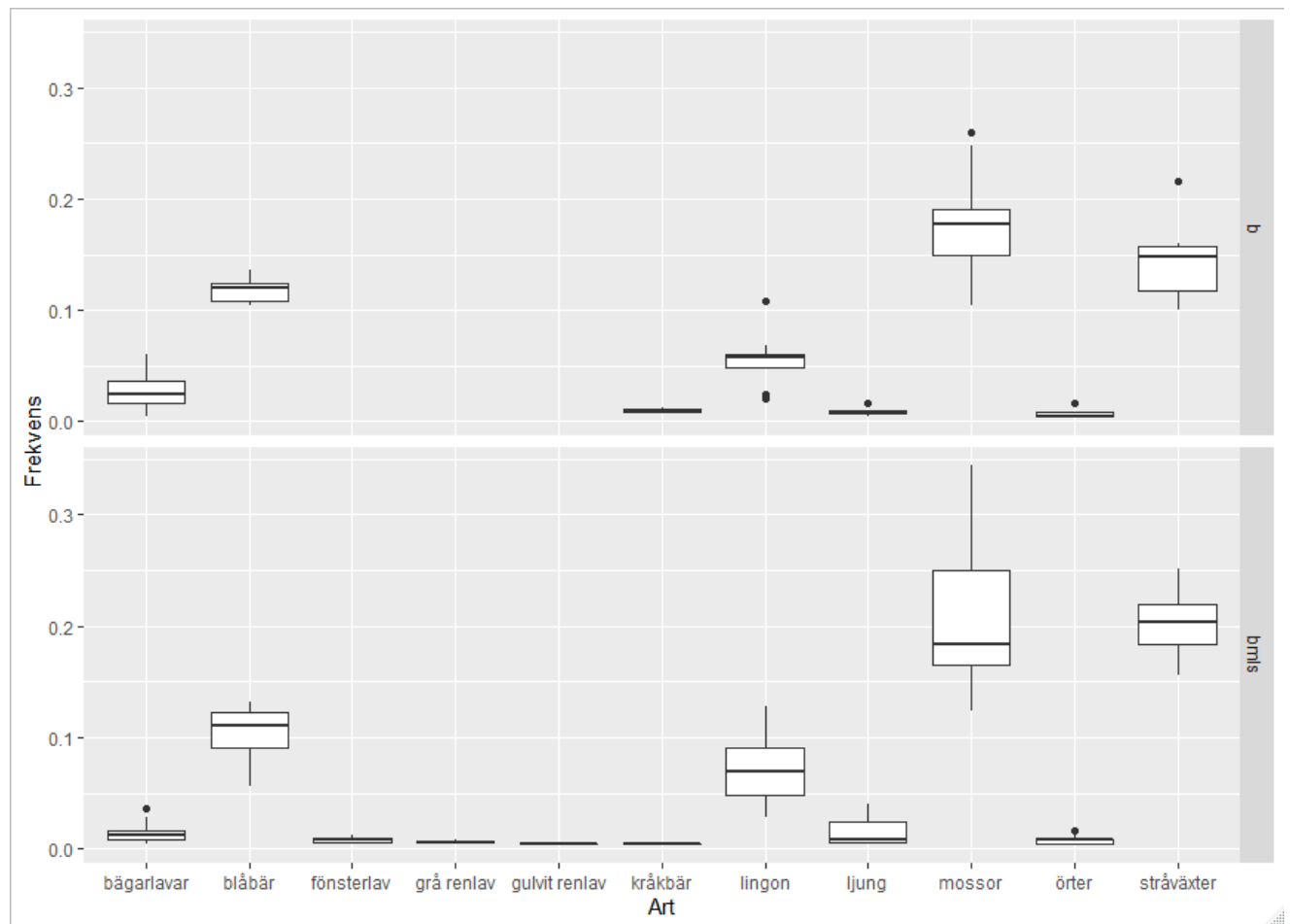
Figur 15. Artfrekvens i området Kenttähärju. Y-axeln visar artfrekvens och X-axelns värde visar art/kategori. "b" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning.

Figure 15. Frequency of species in the area Kenttähärju. Y-axis shows species frequency and the X-axis shows species/species group. "b" = burned, "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens.

Området Nilivuoma hade stor spridning mellan artgrupperna. Detta område såg ut att ha högst



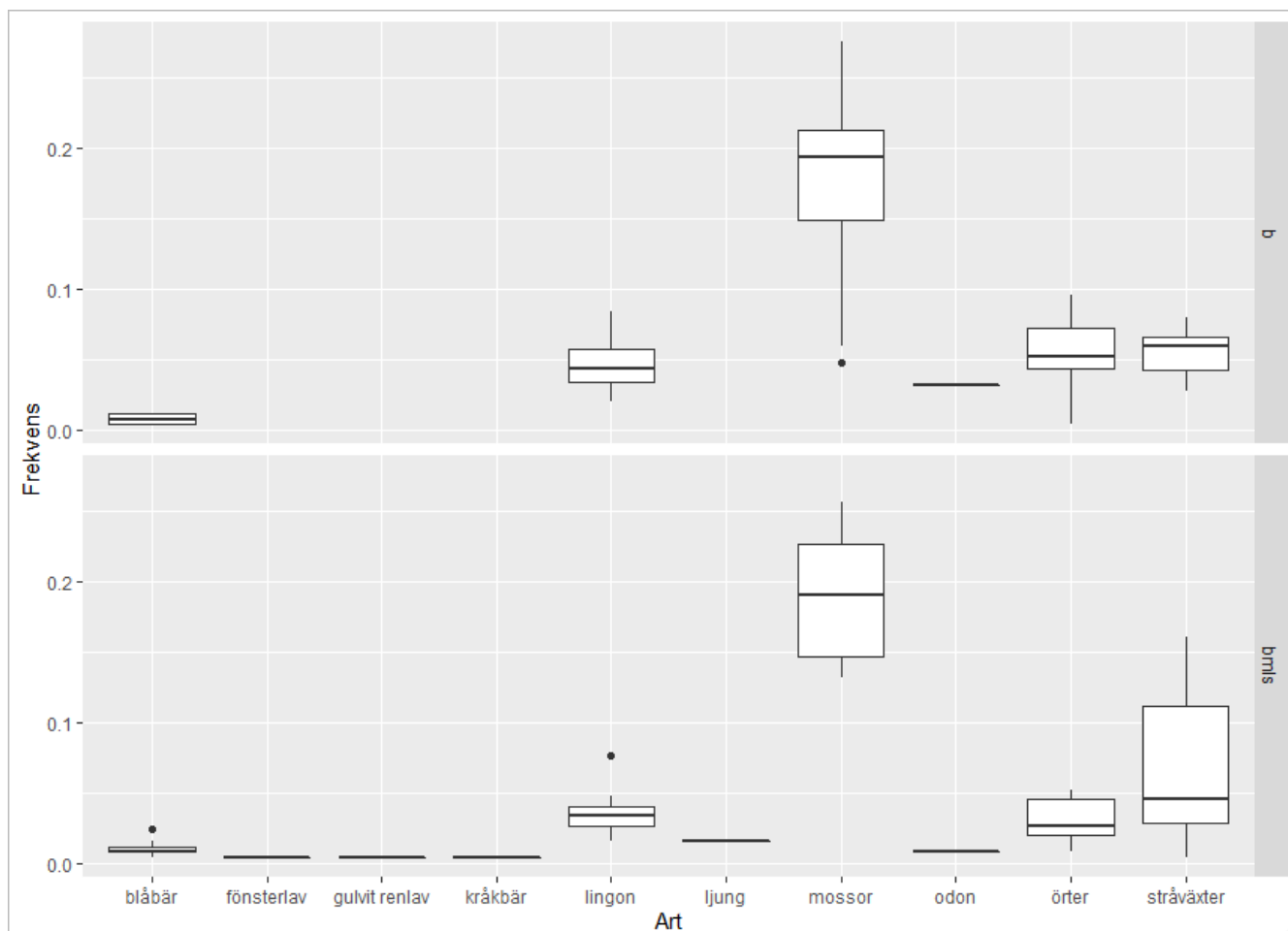
frekvens av stråväxter i jämförelse med övriga studieområdena (Figur 16).



Figur 16. Artfrekvens i området Nilivuoma. Y-axelns värde i frekvens och X-axelns värde i art/kategori. "b" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning.

Figure 16. Frequency of species in the area Nilivuoma. Y-axel shows species frequency and the X-axel shows species/species group. "b" = burned, "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens.

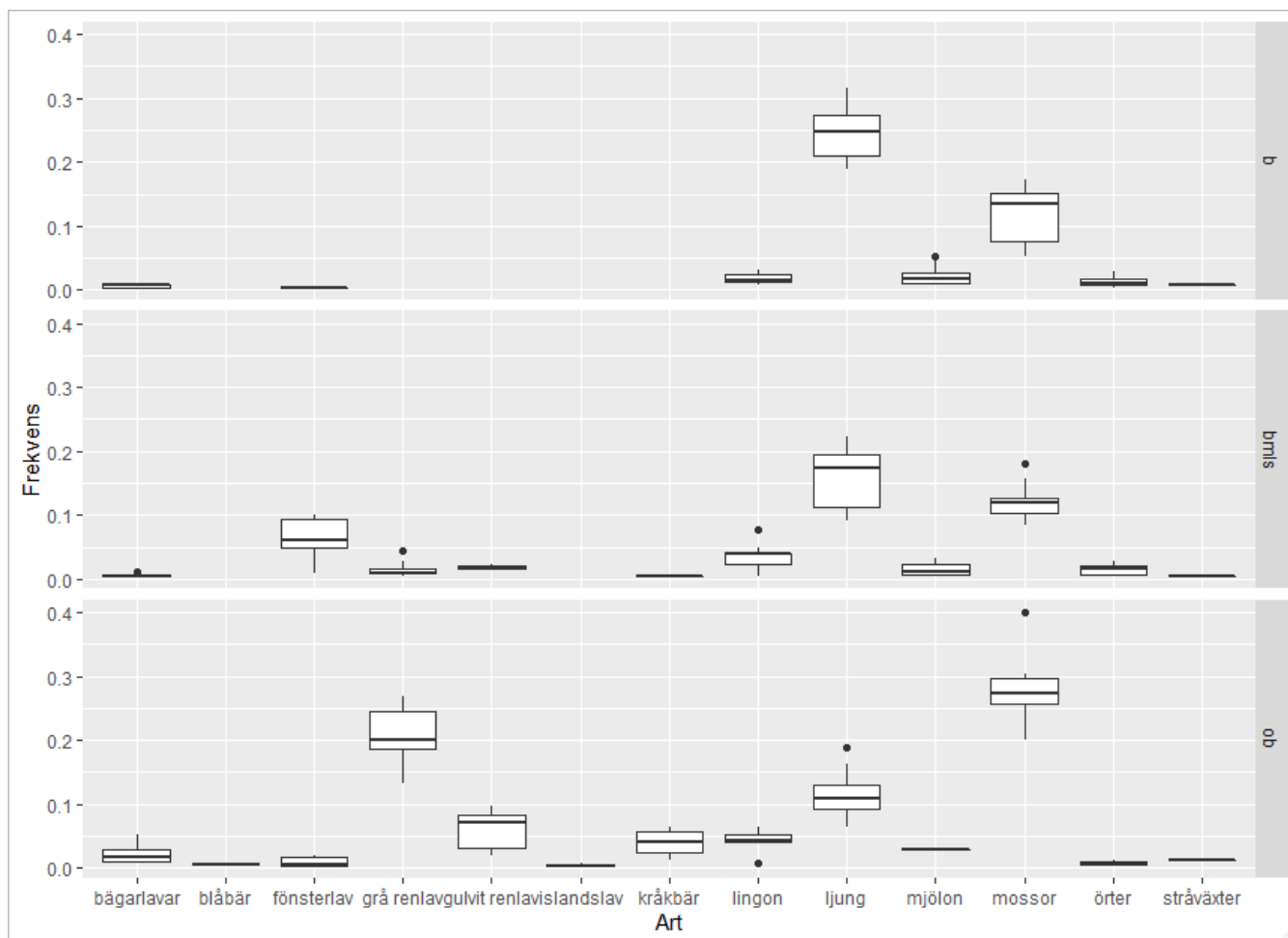
Salmivaara såg ut att ha en liknande artsammansättning som Kenttäharju, vilket kunde förväntas då områdena ligger bara några hundra meter ifrån varandra. Salmivaara såg dock inte ut att ha lika hög frekvens av mossor och högre frekvens av andra arter och artgrupper (Figur 17).



Figur 17. Artfrekvens i området Salmivaara. Y-axelns värde i frekvens och X-axelns värde i art/kategori. "b" = bränt, "bmls" = bränt med lavspredning.

Figure 17. Frequency of species in the Salmivaara study area. The Y-axis shows species frequency and the X-axis shows species/species group. "b" = burned, "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens.

Artsammansättningen var som förväntat ganska lika i "bränt" område och "bränt med lavspredning" på alla områden. På Sörånäs fanns även möjligheten att jämföra med en obränd kontrolllyta. Den obrända kontrolllytan stack ut med en hög frekvens av både renlavar och mossor (Figur 18).



Figur 18. Artfrekvens i Sörånäs-området. Y-axelns värde i frekvens och X-axelns värde i art/kategori. "b" = bränt, "bmls" = bränt med lavspridning.

Figure 18. Frequency of species in the Sörånäs study area. The Y-axel shows species frequency and the X-axel shows species/species group. "b" = burned, "bmls" = burned with dispersal of reindeer lichens, "ob" = unburned.

## Diskussion

Precis som tidigare studier (Roturier & Bergsten, 2009; Roturier m. fl., 2017), visade denna studie att renlavarna bränns bort vid hyggesbränning. Studien visade också att den naturliga etableringen av renlavar de första åren efter en brand i det närmsta var obefintlig. När det gäller nyttan av artificiell lavspridning för etablering av renlavar på brända områden är resultaten, i den här studien, dock inte helt entydiga. I Sörånäs visade transektstudien att renlavar som spridits artificiellt kan etablera sig på bränd mark med liknande resultat som Roturier m. fl. (2017). Resultaten från Sörånäs tyder på att artificiell lavspridning kan göras på beståndsnivå. Lavspridning skulle kunna användas på beståndsnivå och alltså vara en möjlig åtgärd i praktiskt skogsbruk. Däremot var det inte samma positiva effekt av lavspridning på lavetableringen i de övriga tre försöksområdena. Det finns en rad tänkbara faktorer, som skillnader i latitud, vindförhållanden, brandintensitet och skogens produktivitet, som kan ligga bakom att effekten av lavspridning skiljer sig mellan områdena.

### Felkällor och skillnader mellan områdena i Norrbotten jämfört med Sörånäs

Avvikelsen i latitud är en uppenbar skillnad mellan försöket i Sörånäs som ligger i de västra delarna av Västernorrland och försöksområdena söder om Gällivare och norr om Pajala i Norrbotten. Att latitud skulle vara en orsak till att resultaten skiljer sig åt mellan studieområdena motsägs dock av att lyckad etablering efter artificiell lavspridning på bränd mark observerats i ett tidigare försök som ligger enbart 80 km söder om försöksområdena i Norrbotten (Roturier m. fl., 2017).

Vind skulle kunna vara en påverkande faktor på lavetableringen (Roturier m. fl., 2007). På en vindexponerad yta är det troligt att lavfragment kan blåsa bort eller förflyttas. Troligast är det att vinden påverkar lavfragment på ett hygge jämfört med i en sluten skog (Roturier m. fl., 2007). Ingen indikator på vindexponering mättes under studien. Alla försöksområdena låg på hyggen och inga i slutna skogar, men jag kan ändå inte utesluta att vind skulle kunna vara en påverkande faktor. Vindexponering kan vara en intressant faktor för framtida studier.

Eftersom brandens intensitet påverkar hyggesvegetationen och återetableringen av skog så skulle den troligtvis även kunna påverka etableringen av renlavar (Granström, 1991). Desto högre intensitet branden har desto djupare ner i marken brinner det (Granström, 2005). Bränningsdjupet påverkar hur mycket av hyggesvegetationens rotsystem som skadats och därmed mortaliteten (Granström, 1991). Bränningsdjupet påverkar också fröbanken och hur mycket grobar jord som finns kvar, vilket i sin tur påverkar regenerationen av hyggesvegetation (Schimmel & Granström, 1996). Hyggesvegetationen påverkar sedan etableringen av renlavar genom konkurrens och skuggning. Det är mycket möjligt att försöksområdena i denna studie hade olika intensitet på sina bränder. Att undersöka vilket bränningsdjup eller brandintensitet som är optimalt för artificiell lavspridning kan vara intressant för framtida studier.

Tiden mellan bränning och lavspridning är en annan faktor som kan diskuterats i sammanhanget (Roturier m. fl., 2017). Minst två år efter brand anses vara en bra tidpunkt att sprida renlavar. Efter två år har pH på hygget återgått till mer normala nivåer och risken att renlavarna störs av aska anses mindre (Roturier m. fl., 2017). Det bör inte heller gå för lång tid mellan bränning och spridning på grund av växande hyggesvegetation som kan konkurrera med renlavarna. Tid mellan bränning och lavspridning skulle vara intressant att undersöka närmare i framtiden.

Doseringen är en faktor som påverkar etableringen vid artificiell lavspridning (Roturier m. fl., 2017; Rapai m. fl., 2017). Data på vilken dosering som använts fattades tyvärr på vissa av försöksområdena i Norrbotten, vilket gör det svårt att undersöka detta i den här studien. Att inte veta exakt vilken dosering som använts kan även ses som en felkälla för studien.

Även kvalitén på råvaran, den insamlade laven, skulle kunna tänkas påverka vitaliteten och därmed lavens förmåga att etablera sig efter artificiell spridning. Det har t. ex. visat sig att hur länge laven lagrats, påverkar vitaliteten (Duncan, 2015). Längre lagring än två år rekommenderas inte, det finns då risk för mögелangrepp (Duncan, 2011). Artsammansättningen skulle även kunna påverka etableringen med tanke på att olika arter har olika naturliga stadium i vegetationens successionen (Esseen m. fl., 1997). Jag skulle även kunna tänka mig att även olika spridningsmetoder och olika fragmentsstorlek skulle kunna ge olika resultat. Inga studier har jämfört fragmentsstorlek eller mekaniska spridningsmetoder. Det har dock visat sig att spridning av fragment ger bättre etablering än hela mattor (Roturier m. fl., 2007; Rapai m. fl., 2017). Tyvärr fanns inte tillräckligt med information om faktorer som påverkar lavens vitalitet i denna studie, vilket kan ses som en felkälla. Faktorer som påverkar den artificiellt spridda lavens vitalitet bör studeras vidare i framtida studier.

Jordarten och markens produktionsförmåga skulle kunna vara en ytterligare faktor som påverkar resultatet av lavspridning på bränd mark (Kivinen m. fl., 2012; Ahti, 1961). Vi vet att jordens struktur kan gynna eller missgynna renlavar framför mossor och kärlväxter. Jordar med grov struktur är mer näringsfattiga och torrare än finkorniga jordar. Detta gynnar renlavar över mossor och kärlväxter (Kivinen m. fl., 2012; Ahti, 1961). Sörånäs där lavspridningen lyckades hade en grövre sedimenterad sandjord vilket är gynnsamt för renlavar (Sandström m. fl., 2016), medan försöksområdena i Norrbotten var alla moränmarker med högre produktivitet (SGU, 2014). Även riskvoten (Tabell 6) tydde på att Sörånäs var ett torrare område än Norrbottensområdena. Det tyder på att det kanske är mot dessa torra och fattiga, typiska tallhedar, som man bör rikta lavspridning på bränd mark, istället för att sprida renlavar på produktiva marker med redan dålig tillgång på renlavar. Markens produktivitet i förhållande till etablering av renlavar är absolut en intressant faktor att studera vidare i framtida studier.

### **Felkällor och skillnader mellan områdena inom Norrbotten**

De största kontrasterna i studien var mellan Sörånäs och Norrbottensområdena men det fanns även skillnader inom Norrbottensområdena. Kenttäharju var det enda området i Norrbotten som hade renlavar både i det brända området med lavspridning och i det brända kontrollområdet utan lavspridning. Kenttäharju och Salmivaara låg bara några hundra meter från varandra så man skulle kunna förvänta sig liknande vegetation på både hyggena. Kenttäharju hade en högre riskvot (0,29) och en högre andel mossor (40 %) än Salmivaara (0,20; 18 %; figur 15-18). Vilket tyder på att Kenttäharju var ett fuktigare område än Salmivaara. Möjligtvis skulle den fuktiga marken kunnat påverka intensiteten under branden så att vissa renlavar överlevde branden. Vilket skulle kunna förklara att det fanns renlavar även i det område där det inte spridits några renlavar. I Kenttäharju låg även den brända ytan och den lavspridda ytan väldigt nära varandra (<50m) medan det var minst 100m mellan behandlingarna i de övriga försöksområdena i Norrbotten. Det skulle därmed även kunna vara så att lavfragment förts med vinden från den lavspridda ytan till kontrollytan.

### **Styrkor och svagheter**

Den största svagheten med studien var att det fanns för få block i blockförsöket för att kunna göra robusta och korrekta statistiska analyser. Det gjorde att det inte gick att använda blocken som replikat dvs. använda medelvärden för respektive block, i analyserna. Istället användes parcellerna som replikat och därmed variansen inom varje block, dvs. pseudoreplikering (Gholipur, 2018). Hade blocken varit fler så hade den statistiska analysen varit robustare och man hade kunnat göra liknande analyser som Roturier m. fl. (2017).

En annan felkälla i blockförsöket var att blocken där lavspridning utförts var stängslade. Blocken som däremot var brända, utan lavspridning, var ostängslade. Det betyder att renar skulle kunna ha betat i de brända blocken utan lavspridning men inte i blocken där de spridits lav. Jag tror dock att denna felkälla är försumbar eftersom transektstudien visade på en mycket låg naturlig lavetablering i alla

transekter utan lavspridning. På Sörånäs hittades även mycket få färska spår av renbete, så-som spillning, klövavtryck och betade lavar, vilket tyder på lågt betestryck.

Lavspridning på bränd mark är komplicerad och många faktorer påverkar. Skogsbolagen gör olika typer av försök med artificiell lavspridning. Värdet av dessa skulle öka med bättre detaljerad dokumentation. Beståndshistoria, data på hur mycket renlavar som spridits, renlavarnas härstamning, artsammansättning, lagring, transportmetoder, spridningsdatum och så vidare. Inventeringar av försöken bör göras innan, efter och sedan kontinuerligt efter bränning.

Styrkan med studien var att transektstudien sträckte sig över flera studieområden. Tidigare studier har fokuserat på ett studieområde åt gången (Roturier & Bergsten, 2009; Roturier m. fl., 2017). Detta visade att resultatet av lavspridning är olika på olika marker. Detta öppnar för nya frågor om vilka faktorer som påverkar lavspridning på bränd mark och vilka marker som man bör rikta behandlingen mot för bäst resultat. Studien hade dock varit starkare om det hade varit möjligt att inkorporera fler studieområden med sandjordar liknande Sörånäs, för att statistiskt kunna jämföra etableringen på sandmarker respektive moränmarker.

### **Konsekvenser**

Resultaten i den här studien kan vara vägledande för både framtida implementering och forskning om artificiell lavspridning på bränd mark. Redan den här studien tyder på att alla marker inte är lämpade för att erhålla lyckad lavetablering vid artificiell lavspridning. Detta är dock något som behöver studeras vidare. Det är viktigt med vidare forskning för att effektivt kunna återskapa lavmarker eftersom renlavsrika marker har minskat mycket det senaste århundradet vilket påverkar renbetet (Sandström m. fl., 2016). Mer kunskap om lavspridning kan bidra till att minska konflikten mellan rennäring och skogsbruk.

### **Slutsats**

Vad det gäller frågeställningen om artificiellt spridda renlavar kan etablera sig efter hyggesbränning så är svaret att etableringsresultatet varierar mellan studieområdena. Transektstudien på området Sörånäs visade en högre renlavsfrekvens på bränd mark där lavar spridits jämfört med där det inte spridits. Dock fanns inte samma effekt på studieområdena i Norrbotten. Detsamma gäller för etableringshastigheten, som på Sörånäs var snabbare för artificiell lavspridning än naturlig etablering, men samma resultat fanns inte vid studieområdena i Norrbotten.

Vad det gäller frågeställningen om artificiell lavspridning på bränd mark kan användas i storskaligt skogsbruk för att restaurera renbete, så är svaret även här att etableringsresultatet varierar mellan studieområdena. Studien visade att lavetableringen efter artificiell lavspridning på bränd mark ger olika resultat på olika marker. Studien tyder på att det krävs att man väljer rätt marker från början för att få ett bra resultat. Exakt vilka marker som man kan tillämpa artificiell lavspridning på kräver vidare forskning. Den här studien lutar mot att lämpliga marker är typiska tallhedar med lågproduktiva sandjordar, liknande studieområdet Sörånäs.

## **Referenser**

Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Newman-Keuls test and Tukey test. *Encyclopedia of Research Design*. Thousand Oaks, CA: Sage, 1-11.

Ahti, T. (1961). Taxonomic studies on reindeer lichens (*Cladonia*, subgenus *Cladina*). *Ann. Bot. Soc.*

Zool. Bot. Fenn. "Vanamo", 32(1), 1-160.

Björklund, J. (2000). *Hänsyn till renskötsel vid långsiktig planering av virkesproduktion. Skogsvårdsstyrelsen i Västerbottens län.*

Boström, M. (2004). *Renbetestillgång på bärris-, ljung/kråkbär-och lavmarker ca 50 år efter brand/bränning: en studie utförd ovanför odlingsgränsen i Norrbotten på uppdrag av Statens Fastighetsverk och Tuorpons sameby* (Doctoral dissertation, Sveriges lantbruksuniv.).

Duncan, S. (2011). *Reindeer lichen transplant feasibility for reclamation of lichen ecosites on Alberta's Athabasca oil sand mines* (Doctoral dissertation). University of Victoria.

Duncan, S. (2015). Woodland caribou alpine range restoration: An application for lichen transplants. *Ecological Restoration*, 33(1), 22-29.

Esseen, P. A., Ehnström, B., Ericson, L., & Sjöberg, K. (1997). Boreal forests. *Ecological Bulletins*, 46, 16-47.

Gaare, E., & Danell, Ö. (1998). Bruk av beiter og områder. *Reindrift i nordvest-Europa*, 47-55.

Gholipur, B. (2018). *Statistical errors may taint as many as half of mouse studies*. Tillgänglig: <https://www.spectrumnews.org/news/statistical-errors-may-taint-many-half-mouse-studies/> (2019-11-11).

Granström, A. (2005). Skogsbrand. *Brandbeteende och tolkning av brandindex. Statens Räddningsverk, Karlstad.*

Granström, A. (1991). Skogen efter branden. *Skog & Forskning*, 4(91), 32-38

Jonsson Čabrajč, A. V., Moen, J., & Palmqvist, K. (2010). Predicting growth of mat-forming lichens on a landscape scale-comparing models with different complexities. *Ecography*, 33(5), 949-960.

Kivinen, S., Moen, J., Berg, A., & Eriksson, Å. (2010). Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio*, 39(4), 269-278.

Kivinen, S., Berg, A., Moen, J., Östlund, L., & Olofsson, J. (2012). Forest fragmentation and landscape transformation in a reindeer husbandry area in Sweden. *Environmental management*, 49(2), 295-304.

Klein, D. R. (1982). Fire, lichens, and caribou. *Journal of Range Management*, 35(3), 390-395.

Kumpula, J., Kurkilahti, M., Helle, T., & Colpaert, A. (2014). Both reindeer management and several other land use factors explain the reduction in ground lichens (*Cladonia* spp.) in pastures grazed by semi-domesticated reindeer in Finland. *Regional Environmental Change*, 14(2), 541-559.

Löfgren, P., & Walheim, M. (2000). *Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen*. (Arbetsrapport No. 70). Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.

Rapai, S. B., McColl, D., & McMullin, R. T. (2017). Examining the role of terrestrial lichen transplants in restoring woodland caribou winter habitat. *The Forestry Chronicle*, 93(3), 204-212.

Roturier, S. (2009). *Managing reindeer lichen during forest regeneration procedures: linking Sámi Herders' knowledge and forestry* (Doctoral dissertation). 2009: 84, Umeå: Swedish agricultural university.

- Roturier, S., Bäcklund, S., Sundén, M., & Bergsten, U. (2007). Influence of ground substrate on establishment of reindeer lichen after artificial dispersal. *Silva Fennica*, 41(2), 269-280
- Roturier, S., Ollier, S., Nutti, L. E., Bergsten, U., & Winsa, H. (2017). Restoration of reindeer lichen pastures after forest fire in northern Sweden: Seven years of results. *Ecological Engineering*, 108, 143-151.
- Roturier, S., & Bergsten, U. (2009). Establishment of *Cladonia stellaris* after artificial dispersal in an unfenced forest in northern Sweden. *Rangifer*, 29(1), 39-49.
- Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L., & Borchert, N. (2016). On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio*, 45(4), 415-429.
- Sandström, P., Pahlén, T. G., Edenius, L., Tømmervik, H., Hagner, O., Hemberg, L., & Egberth, M. (2003). Conflict resolution by participatory management: remote sensing and GIS as tools for communicating land-use needs for reindeer herding in northern Sweden. *Ambio*, 32(8), 557-568.
- Schimmel, J., & Granstrom, A. (1996). Fire severity and vegetation response in the boreal Swedish forest. *Ecology*, 77(5), 1436-1450.
- Ståhl, G., Allard, A., Esseen, P. A., Glimskär, A., Ringvall, A., Svensson, J & Lagerqvist, K. (2011). National Inventory of Landscapes in Sweden (NILS)—scope, design, and experiences from establishing a multiscale biodiversity monitoring system. *Environmental monitoring and assessment*, 173(1-4), 579-595.
- Svensson, J. (2009). NILS—översyn av verksamheten 2003–2008. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Sveriges Geologiska Undersökning. (2014). *Kartvisaren jordarter*. Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-norra-sverige-250-tusen.html> (8/9/2019)
- Sweden, S. (2014). Jordbruksstatistisk årsbok 2014 med data om livsmedel [Yearbook of Agricultural Statistics 2014 Including Food Statistics]. *Jordbruksverket, Örebro, Sweden*
- Weslien, J. (1996). Anvisningar och råd vid hyggesbränning. *Skogforsk. Uppsala. Arbetsrapport*, 321, 14.
- Weslien, J., & Wennström, U. (1997). *Bränning och föryngring: praktiska råd och problem*. SkogForsk. Uppsala: Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut.
- Willén, Z. (2012). *Bränningsförsök 2011. Sörånäs, Junsele*. Skogsvårdsavdelningen SCA, Östersund.
- Wikars, L. O., & Niklasson, M. (2006). Behovet av brand i skogen. *Skogsstyrelsen*. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Miljo-%20och%20sektorsmal/Miljomal/FU,202008>. 2019-10-10
- Zackrisson, O. (1977). Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos*, 20(1), 22-32.
- Östlund, L., & Zackrisson, O. (2000). The forest history of boreal Sweden: a multidisciplinary approach. *Methods and approaches in forest history*, 119-128.



## Latest issue number in our series Examensarbete/Master's thesis

- 2019:8      An investigation into whether poaching creates an ecological trap for white rhinoceros in Hluhluwe-iMfolozi Park, South Africa  
Author: Alice Michel
- 2019:9      Evaluating effects of preventive actions to reduce wild boar damage in the agricultural landscape  
Author: Matilda Söderqvist
- 2019:10     Fire effects in a landscape of fear - food availability and predation risk as determining factors in microhabitat utilization prey in a heterogeneous landscape  
Author: David Kymmell
- 2019:11     Effect of variant ovarian fluid on sperm performance and egg fertilization rates of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.)  
Author: Lwabanya Mabo
- 2019:12     Pedigree reconstruction reveals large scale movement patterns and population dynamics of wolverines (*Gulo gulo*) across Fennoscandia  
Author: Stephanie Higgins
- 2019:13     Community structure of polyporous fungi after wildfire in boreal forest  
Author: Isak Vahlström
- 2019:14     Population ecology of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) using remote cameras  
Author: Andressa L. A. Dahlén
- 2019:15     Variations in nutritional content of key ungulate browse species in Sweden  
Author: Leonardo Capoani
- 2019:16     Assessing trust in the Swedish survey system for large carnivores among stakeholders  
Author: Philip Öhrman
- 2019:17     Beavers and environmental flow – the contribution of beaver dams to flood and drought prevention  
Author: Wali Uz Zaman
- 2019:18     Using camera traps to identify the influence of seasonal climate variations on the passage rates of a multi-species ungulate community in Öster Malma, Sweden  
Author: Nicholas Varley
- 2019:19     Habitat selection in moose and roe deer – A third order comparison  
Habitatval hos älg och rådjur – En jämförelse av tredje  
Author: Irene Hjort
- 2019:20     Spatial and temporal variability in grassland structure associated with different densities of the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) in a South African savannah  
Author: Emilia Malmström